



12) AHB



22101003873



Digitized by the Internet Archive  
in 2015

[https://archive.org/details/b24876045\\_0001](https://archive.org/details/b24876045_0001)







ZUR  
ERINNERUNG  
AN  
VORANGEGANGENE  
FREUNDE.

---

ERSTER BAND.

---





ZUR  
ERINNERUNG  
AN  
VORANGEGANGENE  
FREUNDE.

GESAMMELTE GEDÄCHTNISSREDEN

VON

AUG. WILH. VON HOFMANN.

Vernimm denn: gern gewähr' ich, was du hören willst,  
Das Lob der Todten. Wahres und Gerechtes will  
Ich dir von meinen Freunden hier verkünden.

Euripides. (Die Schutzfehenden.)

MIT PORTRÄTZEICHNUNGEN

VON

JULIUS EHRENTRAUT.

ERSTER BAND.

---

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1888.

(2) AHB



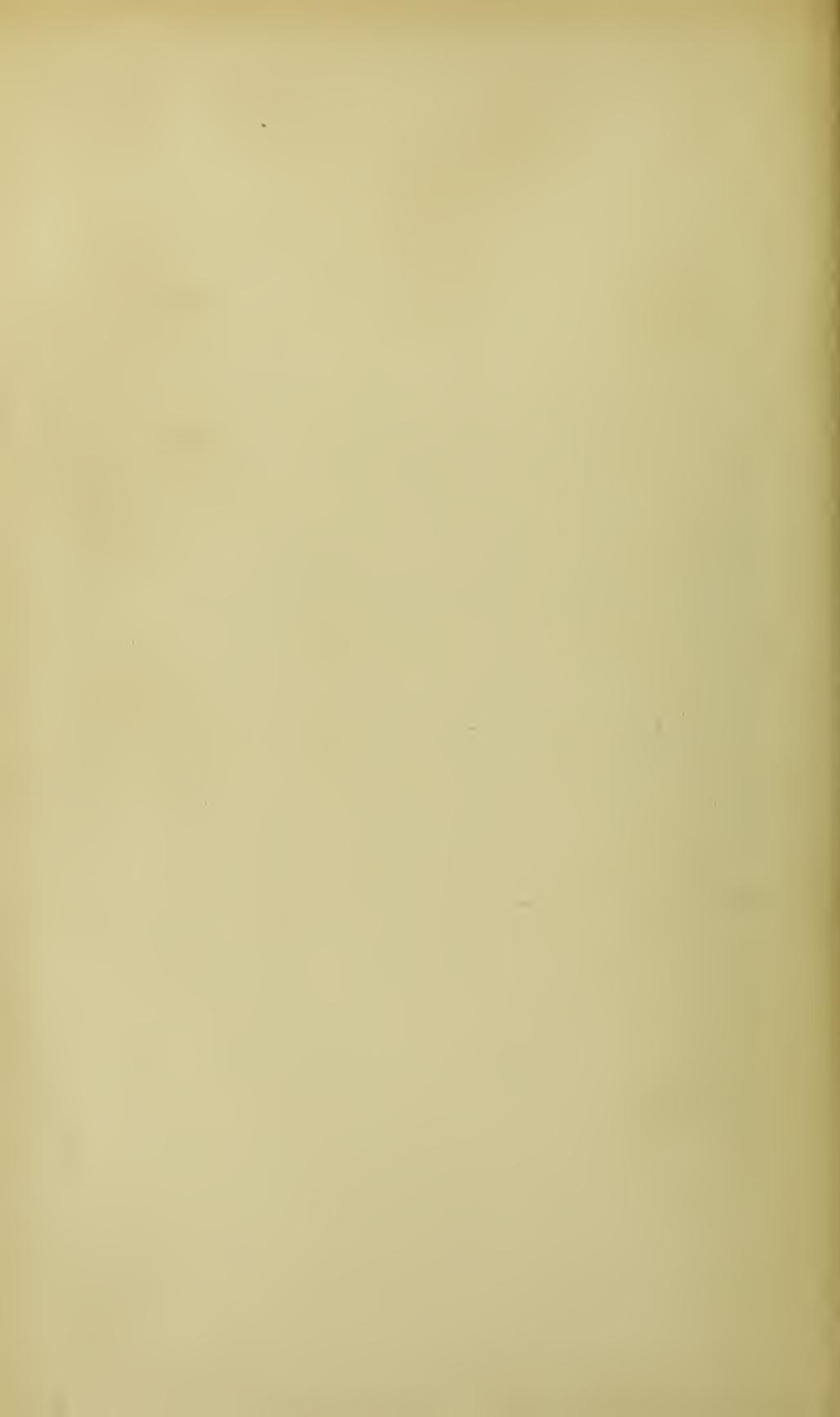
95200

Ihrer Majestät

der

Kaiserin und Königin

FRIEDRICH.



Wer, dem Lebensziele nahend, in die verschwundenen Jahre zurückblickt, gedenkt gern, wenn auch mit Wehmuth, der Freunde, welche mit ihm desselben Weges gezogen sind und dieses Ziel bereits erreicht haben. Solchem Gedenken entsprossene Erinnerungsblätter sind in dem Buche vereint, welchem die Auszeichnung geworden ist, den Namen Ew. Kaiserlichen Majestät an der Spitze zu tragen. Bekundet die Annahme dieser Widmung auf's Neue die allseitige der Wissenschaft und ihren Jüngern zugewandte Theilnahme, so dürfte doch diese Huld auch dem Wohlwollen zu verdanken sein, dessen sich Einige der hier gefeierten Forscher seitens Ew. Majestät zu erfreuen hatten, vielleicht auch der Erinnerung an die nun schon fernliegende glückliche Zeit, in welcher es dem Verfasser vergönnt war, Ew. Majestät auf dem Gebiete der chemischen Erscheinungen Führer zu sein. Noch hatten Sorge und Schmerz die Schwelle der königlichen Heimstätte unberührt

gelassen, und die hochstrebende junge Fürstin konnte mit voller Freiheit des Geistes auf diesem herrlichen Gebiete nach allen Richtungen hin Umschau halten.

Dem, welcher Ew. Majestät auf diesen wissenschaftlichen Wegen begleiten durfte, würde es nicht wohl anstehen, wenn er die entschlossene Ausdauer rühmen wollte, der keine Schwierigkeit zu gross erschien, oder die Erkenntniss und Erfahrung, welche diese Anstrengungen lohnten. Wohl aber darf er dem Gefühle der Dankbarkeit Ausdruck leihen, welches die Erinnerung an diese sonnenhelle Episode seiner Lehrthätigkeit in ihm wachruft.

Jahre sind seit jener Zeit dahingeeilt, die eifrige Pflegerin ist längst hochherzige Beschützerin der Wissenschaft geworden. Möge die Wissenschaft nun auch ihre Heilkraft bewahren und schmerzlindernd und trostbringend der schwerkgeprüften Königlichen Dulderin die Hand reichen!

Ew. Majestät

treu ergebener Diener

A. W. v. Hofmann.

## V O R W O R T.

---

Die in dieser Sammlung vereinigten Reden sind alle dem Andenken von Mitgliedern der Deutschen chemischen Gesellschaft gewidmet; die Aufsätze zeigen aber, wie der in dem Buche Blätternde alsbald erkennt, sowohl der Form als dem Umfange nach grosse Verschiedenheit. Diese Ungleichheit wird theilweise allerdings durch den verschiedenen Lebensinhalt der Gefeierten, zumal aber auch durch die besonderen Verhältnisse bedingt, unter denen die Reden zum Vortrage gelangten. Bei der Ausarbeitung einiger derselben standen nur wenige Tage, ja nur wenige Stunden zur Verfügung, bei anderen war eine bestimmte Frist für die Vollendung überhaupt nicht gegeben, und der Verfasser konnte es sich gestatten, in weitestem Kreise Umfrage zu halten, um, was er aus eigener Erfahrung wusste, aus dem Wissen Anderer zu ergänzen. So kommt es, dass einige dieser Reden nichts anderes als Gedächtnissworte sind, dazu bestimmt, bei den Mitgliedern der chemischen Gesellschaft, an welche sie gerichtet waren, die wesentlichen Lebensmomente und die wichtigsten Arbeiten des Dahingeshiedenen in Erinnerung zu bringen, während andere sich die höhere Aufgabe stellen, den Zuhörern ein abgerundetes Lebensbild vorzuführen, welches den Geschilderten in seinen Beziehungen

zu den Menschen und Dingen der Zeit aufsucht, zumal aber den Einfluss zu verfolgen strebt, den seine Arbeiten auf die Wissenschaft geübt haben.

Die Mehrzahl der hier gebotenen Denkreten ist in den regelmässigen Sitzungen oder in den Jahresversammlungen der Deutschen chemischen Gesellschaft vorgetragen worden. Eine erste Ausnahme macht die Gedächtnissrede auf Liebig, welche vor der *Chemical Society of London* gehalten wurde. Sie ist eine von den Faraday-Lectures, welche die genannte Gesellschaft alle drei Jahre zum Gedächtnisse des grossen britischen Forschers veranstaltet. Der Verfasser hat versucht, diese Vorlesung für die vorliegende Sammlung in's Deutsche zu übersetzen, ist aber bald zu der Ueberzeugung gelangt, dass es zweckmässiger sei, die der Form und dem Inhalt nach für eine englische Zuhörerschaft berechnete Rede in der Sprache wiederzugeben, in welcher sie zum Vortrage gelangt war. Eine Ausnahme bilden ferner die bei der Enthüllung des Liebig-Denkmal in München und des Sella-Denkmal in Biella gehaltenen Festreden, welche als solche auch ein anderes Gepräge tragen.

Die unmittelbare Veranlassung zum Wiederabdruck der Reden gab der Umstand, dass dieselben bisher fast ausschliesslich in Zeitschriften, welche grösseren Kreisen nur wenig zugänglich sind, veröffentlicht wurden, und dass die „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“, in denen die grosse Mehrzahl derselben erschien, in ihren älteren Jahrgängen vergriffen sind.

Indessen ist auch noch ein anderer Grund für den Neuabdruck bestimmend gewesen. Freunde und Fachgenossen haben dem in den Spätabend des Lebens Eingetretenen mehrfach den Wunsch ausgesprochen, dass er einige Erinnerungen aus bewegten jüngeren Jahren aufzeichnen möge.

Diesen Anregungen entsprechend hat er es in letzter Zeit versucht, die Vergangenheit in seinem Gedächtnisse wieder aufleben zu lassen und einige Begebnisse festzuhalten, welche möglicherweise den Einen oder den Anderen interessiren könnten. Er hat sich jedoch bald überzeugt, dass inmitten einer vielverzweigten amtlichen Thätigkeit die nöthige Musse für solche Arbeit nicht zu gewinnen ist. Wohl hätte es ihm an Material nicht gefehlt; denn wenn auch das Leben des wissenschaftlichen Forschers nur selten dramatische Verwickelungen aufzuweisen hat, welche einen grösseren Leserkreis zu fesseln im Stande wären, so musste doch der vielfache Verkehr mit den auf demselben Gebiete thätigen Freunden zu manchen Zwischenfällen führen, deren Kenntniss den Fachgenossen, zumal den jüngeren, willkommen, ja von Nutzen sein könnte.

In dieser Ueberzeugung glaubte der Verfasser schon durch die Herausgabe einer Sammlung der von ihm auf dahingeschiedene Freunde gehaltenen Denkrede insofern den oben angedeuteten Wünschen gerecht zu werden, als Manches, was aus seinen eigenen Erlebnissen vielleicht mittheilenswerth erscheint, in diese Erinnerungsblätter bereits eingeflochten ist.

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass der Neudruck mit besonderer Bewilligung des Vorstandes der Deutschen sowohl als der Englischen chemischen Gesellschaft erfolgt ist.

Die den Reden beigefügten Porträts sind alle von Julius Ehrentraut's Meisterhand gezeichnet und in der rühmlichst bekannten xylographischen Kunstanstalt von G. Heuer und O. Kirmse in Berlin geschnitten.

Für den Neudruck sind dem Verfasser von verschiedenen Seiten Berichtigungen zugegangen, welche er mit

grosser Befriedigung verwerthet hat. Besonderen Dank schuldet er in dieser Beziehung seinem Freunde Hrn. Dr. Paul Meyer, welcher, nachdem er ihm schon vor Jahren bei seinen Experimentaluntersuchungen werthvolle Hülfe geleistet hatte, auch später nicht müde geworden ist, ihm bei Arbeiten der verschiedensten Art werkfreudig zur Seite zu stehen. Auch dem bisherigen Assistenten am hiesigen chemischen Institut, Hrn. Dr. Max Koppe, ist der Verfasser für die hingebende Sorgfalt, die er der Durchsicht dieser Blätter bei ihrer Drucklegung gewidmet hat, zu bestem Danke verpflichtet.

Der Verfasser darf schliesslich nicht unterlassen, seinem Freunde Hrn. Heinrich Vieweg, für die schöne Ausstattung zu danken, welche er dem Buche gegeben hat.

Berlin, im November 1888.

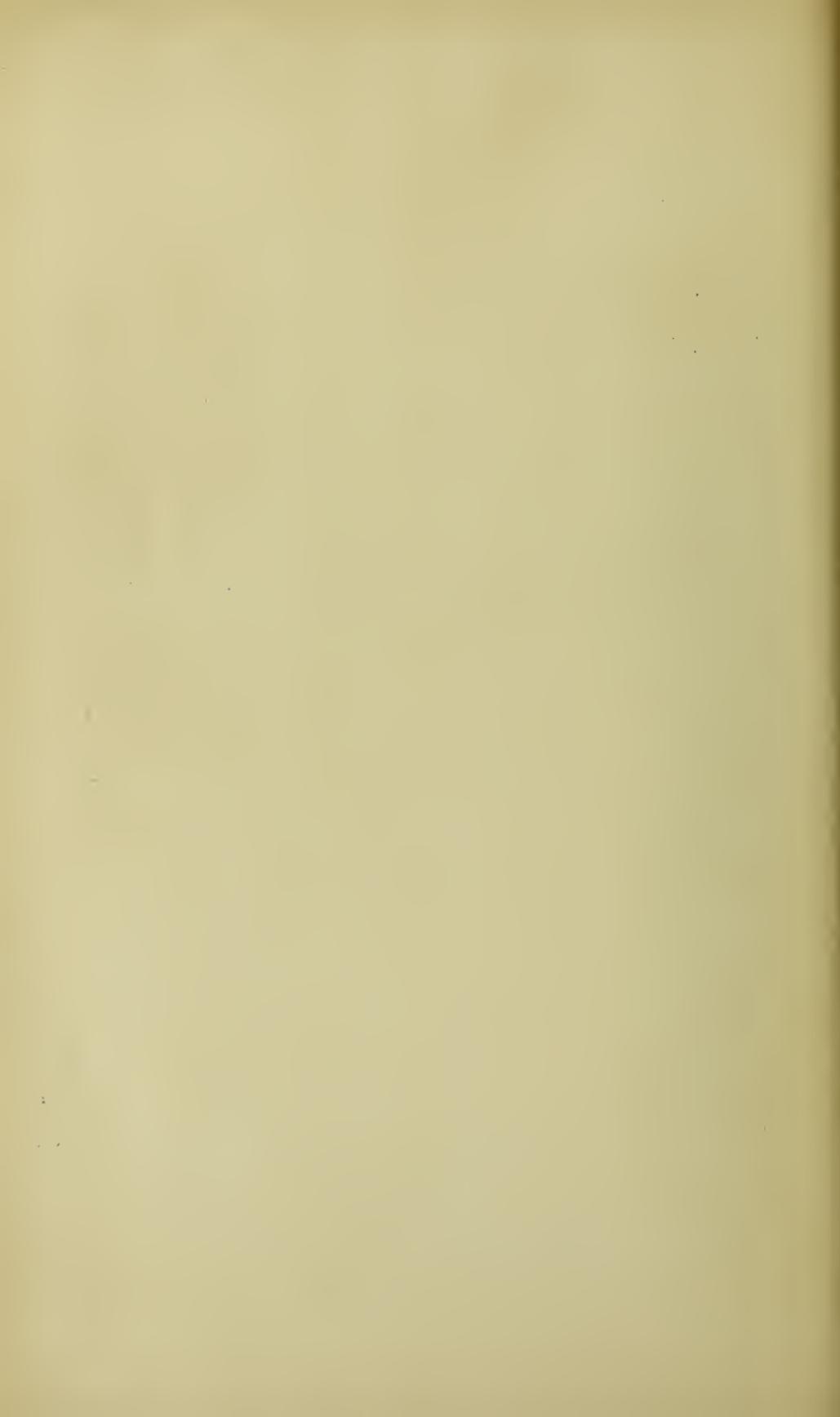
A. W. H.

## INHALT DES ERSTEN BANDES.

---

	Seite
Thomas Graham . . . . .	1
Gustav Magnus . . . . .	43
Justus Liebig ( <i>Faraday Lecture</i> ) . . . . .	195
Alphons Oppenheim . . . . .	307
Heinrich Buff . . . . .	353
Paul Mendelssohn Bartholdy . . . . .	363
Justus Liebig ( <i>Rede bei Enthüllung des Denkmals in München</i> ) . . . . .	373
Hermann von Fehling . . . . .	391

---







THOMAS GRAHAM.

Geb. 21. Decbr.  
1805.

Gest. 16. Sept.  
1869.

THOMAS GRAHAM.

---

GEDÄCHTNISREDE

GEHALTEN

AM 11. DECEMBER 1869

IN DER GENERAL-VERSAMMLUNG  
DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT  
ZU BERLIN.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft  
zu Berlin“ II, 753. (1869)

## THOMAS GRAHAM.

*Volli, volli, sempre volli, fortemente volli.*

Alfieri.

Noch ist die Klage nicht verstummt ob des schweren Verlustes, welchen die Wissenschaft in England durch Faraday's Tod erlitten, und schon ist die Reihe der britischen Gelehrten auf's Neue gelichtet. Am 16. September dieses Jahres starb in London Thomas Graham, ein Forscher, dessen Name einen glockenhellen Klang besitzt in den Ohren der Zeitgenossen, dessen Andenken in den zahlreichen und wichtigen Entdeckungen, mit denen er die Wissenschaft bereichert hat, für alle Zeiten gesichert ist.

Der Lebenslauf des Heimgegangenen, soweit er sich in äusserlichen, bemerkenswerthen Ereignissen darstellt, ist bald erzählt; wenn ich es dagegen unternähme, Ihnen in eingehender Weise die eigenthümliche Geistesanlage des Mannes zu schildern, den Umfang und die Mannichfaltigkeit seines Wissens, die Ergebnisse seiner Forschungen und den Einfluss, welchen dieselben auf den Fortschritt der chemischen Wissenschaft geübt haben, wenn ich es schliesslich versuchte, Ihnen ein anschauliches Bild von dem edlen Charakter des Mannes zu entwerfen, ich würde weit über die engen Grenzen der Zeit und des Raumes hinausgehen müssen, welche dieser kurzen Lebensskizze naturgemäss gezogen sind.

Thomas Graham wurde am 21. December 1805 in Glasgow geboren. Der Vater, James Graham, ein durch glückliche Geschäfte reich gewordener Fabrikherr, besass die

Mittel, seinem Sohne eine vorzügliche Erziehung zu geben. Die erste Ausbildung erhielt Graham auf der höheren Lehranstalt (*high school*) seiner Vaterstadt. Mit gründlichen Kenntnissen, zumal in der Mathematik und den klassischen Sprachen, ausgerüstet, bezog er schon im Jahre 1819 die Universität Glasgow.

Die akademischen Jahre, die wir ja fast sprichwörtlich als die schönsten unseres Lebens ansehen, brachten dem früh entwickelten Jüngling bittere Schmerzen, welche nicht ohne Einfluss auf seine spätere Laufbahn geblieben sind. Der Vater, welchem die grosse Befähigung des Knaben nicht entgangen war, hegte seit Jahren den Lieblingswunsch, dass sich sein Sohn der schottischen Kirche widmen möge. Allein schon hatte der junge Graham zu tief in das Auge der Natur geblickt, schon war ihm die Beschäftigung mit Chemie und Physik, denen er sich unter den Auspicien des berühmten Thomas Thomson und des verdienstvollen Professors William Meikleham mit enthusiastischem Eifer hingeegeben hatte, zu theuer, zu mumentbehrlich geworden, als dass er sich noch im Stande gefühlt hätte, den mit immer grösserer Schärfe ausgesprochenen Wunsch seines Vaters zu erfüllen. Nun folgte eine trübe Zeit der Entfremdung zwischen Vater und Sohn, mit welcher schmerzliche Trauer in die bisher so glückliche Familie einzog. Es waren in der That höchst ungünstige Bedingungen, unter denen der Grund zu den grossen wissenschaftlichen Leistungen gelegt wurde, welche später nicht nur die Angehörigen und das engere Vaterland sondern die Freunde der Naturforschung in allen Ländern mit gerechter Bewunderung erfüllen sollten.

Alle von den Gliedern und den Fremden des Hauses gemachten Versuche, die Meinungsverschiedenheit zwischen Vater und Sohn auszugleichen, waren vergeblich geblieben, da Keiner von Beiden nachgeben wollte, und was Anfangs ein beklagenswerther Zwiespalt gewesen war, steigerte sich

fast zu einem förmlichen Bruche, als Thomas, nachdem er in Glasgow die akademische Würde eines *Master of Arts* erworben hatte, einige Jahre später zur Fortsetzung seiner naturwissenschaftlichen Studien nach Edinburgh übersiedelte. Um diese Zeit scheint der Vater seine Hand völlig von dem Sohne abgezogen zu haben. Wir begegnen dem jungen Graham in der schottischen Metropole in drückenden, an Dürftigkeit grenzenden Verhältnissen, mit Mühe über dem Wasser gehalten durch die aufopfernde Sorge der edlen Mutter und durch die Hingebung der Geschwister, von denen die mit schwärmerischer Liebe an ihm hängende Schwester Margaret den Schatz ihrer jugendlichen Ersparnisse und den Gesamtbetrag ihres Taschengeldes dem theuren Bruder zur Verfügung stellt.

Es müssen gleichwohl harte Jahre gewesen sein, diese Jahre des Zerwürfnisses mit dem Vater, und nur selten und offenbar mit Widerstreben kam Graham in späterer Zeit, selbst im vertrauten Gespräch mit seinen nächsten Freunden, auf diese unglückliche Periode seiner Jugend zurück; desto lieber pflegte er bei der völligen Aussöhnung mit dem Vater zu verweilen, die allerdings erst viel später erfolgte, aber immer noch früh genug, um dem bejahrten Manne zu gestatten, sich mit ungetrübter Freude in dem Ruhme seines Sohnes zu sonnen.

Der Aufenthalt in Edinburgh sollte für den strebsamen Jüngling von grosser Bedeutung werden. Das akademische Lehramt der Chemie bekleidete damals Dr. Hope, den Chemikern durch Entdeckung des Strontiums wohlbekannt, im engeren Kreise der Schüler ob der Klarheit seines Vortrages und der Eleganz und Präcision der Versuche, mit denen er seine Vorlesungen illustrierte, allseitig bewundert. Zwei Jahre lang besucht Graham die Vorträge des gefeierten Lehrers; nebenbei treibt er jedoch auch fleissig Physik und Mathematik. Seine physikalischen Studien zumal wer-

den nicht wenig gefördert durch die freundschaftlichen Beziehungen, welche er mit dem berühmten schottischen Physiker Leslie angeknüpft hat, und vielleicht ist der Umgang mit diesem Gelehrten für die Vorliebe entscheidend gewesen, mit welcher er später auf den Grenzgebieten zwischen Physik und Chemie thätig gewesen ist. Auch in den äusseren Bedingungen des materiellen Lebens zeigt sich um diese Zeit bereits der Anfang eines erfreulichen Umschwungs. Das reiche Capital von Kenntnissen beginnt sich zu verzinsen. Literarische Arbeiten und praktische, im Interesse der Industrie ausgeführte Untersuchungen werfen eine kleine Rente ab, und mit Rührung vernehmen wir, dass sechs Guineen, die ersten, welche der noch immer hart bedrängte Sohn einnimmt, in Form von Geschenken für Mutter und Schwester nach Glasgow wandern.

In seine Vaterstadt zurückgekehrt, ist Graham auch jetzt noch fast ausschliesslich auf die unsicheren Hilfsquellen angewiesen, welche Privatunterricht in Chemie und Mathematik zu gewähren vermögen. Allein schon beginnt sich die öffentliche Aufmerksamkeit den Arbeiten des jungen, rastlos thätigen Gelehrten zuzuwenden. Im Jahre 1829 sehen wir ihn das kleine Privatlaboratorium, welches er in Portland Street gegründet hatte, verlassen, um die bisher von Dr. Thomas Clark bekleidete Stelle eines chemischen Docenten an der *Mechanics Institution* zu Glasgow einzunehmen, und schon im folgenden Jahre finden wir ihn als Professor der Chemie in dem Laboratorium der *Andersonian University* zu Glasgow in voller Wirksamkeit.

In dieser Stellung ist Graham sieben Jahre verblieben; sie gehören zu den wichtigsten seines Lebens. Hier waren die Bedingungen gegeben, um die grossen Experimental-Untersuchungen in Angriff zu nehmen, welche sich von diesem Augenblicke wie die Perlen einer Schnur aneinanderreihen. Hier fand sich Gelegenheit und Masse, die chemische

Industrie in allen ihren Verzweigungen kennen zu lernen und jenen Schatz praktischer Erfahrungen zu sammeln, welchem in späteren Jahren eine so glückliche Verwerthung vorbehalten war; hier endlich entstanden in ihren ersten Umrissen die bewunderungswürdigen, allerdings erst einige Jahre später veröffentlichten „*Elements of Chemistry*“, aus denen die Mehrzahl der jüngeren Chemiker ihre ersten Einblicke in das Gebiet der chemischen Erscheinungen gewonnen hat.

Im Anfange des Jahres 1837 starb Edward Turner, Professor der Chemie an der nicht lange vorher neu errichteten *University of London*, gegenwärtig *University College* genannt. Unter den zahlreichen Bewerbern um den freigewordenen Lehrstuhl trägt Thomas Graham den Sieg davon, und im Herbst desselben Jahres finden wir ihn bereits, seines neuen Amtes waltend, in der Weltstadt an der Themse. Erst jetzt hat der ausgezeichnete junge Gelehrte den wahren Wirkungskreis gefunden. Sein Einfluss macht sich zunächst im Unterricht geltend; die wissbegierige Jugend strömt in die Vorlesungen, welche er in *University College* hält, und in denen er die Grundzüge der chemischen Wissenschaft mit einer Schärfe und Klarheit entwickelt, welche bisher nicht erreicht worden waren. Diese Vorträge vermochten weder durch irgend welchen Aufwand von Beredsamkeit noch auch durch Glätte oder Abrundung der Form zu fesseln, welche Graham nicht selten in einer Weise vernachlässigte, wie es einem Anderen kaum verziehen worden wäre; es war die wahrhaft philosophische Methode, welche die Zuhörer mit unwiderstehlicher Gewalt fortriss, dieselbe präzise Fassung der Gedanken, dieselbe logische Anordnung des Stoffes, mit einem Wort, derselbe echt wissenschaftliche Geist, der uns auch heute noch aus seinen „*Elementen der Chemie*“ entgegenweht. Dieses Werk, welches den Namen seines Verfassers alsbald in alle Welttheile trug, ist den Mitgliedern der Chemischen Gesellschaft zu wohlbekannt, als dass es

nöthig wäre, ihm eine Lobrede zu halten. Es genügt, auf die verschiedenen Auflagen hinzuweisen, in denen das Buch in England, auf die fleissigen Nachdrücke, in denen es in Amerika verbreitet wurde, auf die Uebersetzungen, welche in fast allen lebenden Sprachen erschienen sind. In unserer Vaterlande ist die treffliche Bearbeitung von Fr. Jul. Otto <sup>1)</sup>, von dem Hause Friedrich Vieweg und Sohn auf das Sorgfältigste und Glänzendste ausgestattet, noch immer das am weitesten verbreitete und geschätzteste Lehrbuch, wie schon aus dem Umstande erhellt, dass fast alljährlich neue Auflagen des einen oder anderen Theiles desselben erscheinen, und dass Männer wie Kopp, Buff, Zamminer, Kolbe und Fehling es nicht verschmäht haben, den späteren Bearbeitungen und Ergänzungen ihre Kräfte zu leihen. Freilich hat das Werk auf diese Weise seinen ursprünglichen Charakter wesentlich verändert. Unter dem Reichthume des mit grosser Sorgfalt alljährlich nachgetragenen Materials, welcher im Augenblick dem Werke seinen hohen Werth verleiht, konnte die ursprüngliche Einfachheit und Durchsichtigkeit nicht ganz unversehrt erhalten werden, und man muss sich in der That in den Anfang der vierziger Jahre zurückversetzen und die erste Auflage des Buches <sup>2)</sup> in die Hand nehmen, um den mächtigen Eindruck zu bemessen, den das Werk bei seinem Erscheinen hervorbrachte.

Mit allem Eifer den Pflichten seines Berufes lebend, unausgesetzt mit seinen literarischen Arbeiten und mehr noch mit der Fortsetzung seiner schönen Experimentaluntersuchungen beschäftigt, die nunmehr rasch aufeinanderfolgen, findet Graham gleichwohl Zeit und Kraft, um sich an den mannichfaltigsten, aus dem engeren Kreise seiner Studien heraustretenden Untersuchungen zu betheiligen. Keine Frage der öffentlichen Gesundheitspflege, keine chemische Principien involvirende Finanzfrage, in der man ihn nicht consultirt hätte, kein grosser Rechtsfall, in dem bedeutende chemisch-

industrielle Interessen auf dem Spiel stehen, der nicht in einer oder der anderen Weise vor Graham's Forum gelangt wäre. Und überall, wo seine Thätigkeit einsetzt, tritt uns die zähe Beharrlichkeit und die zielbewusste, jedem Widerstande gewachsene Ausdauer entgegen, welche den Charakter des Mannes ganz eigentlich bezeichnen.

Diese werthvollen Eigenschaften kommen zumal auch den wissenschaftlichen Gesellschaften zu Gute, denen er selbstlos mit Rath und That zur Seite steht. Schon kurz vor seiner Uebersiedelung nach London im Jahre 1836 war Graham Mitglied der *Royal Society* geworden; allein in der grossen, alle Zweige der experimentalen Wissenschaft und selbst der Mathematik umfassenden Gesellschaft konnten die Sonderinteressen der einzelnen sich mehr und mehr selbständig entfaltenden Zweige nicht mehr die eingehende Vertretung finden, welche ihr lebenskräftiger Aufschwung beanspruchte. Wie Colonien vom Mutterlande begannen sich zahlreiche Zweiggesellschaften von der Muttergesellschaft loszulösen. Bei den Chemikern Londons machte sich damals ein Bedürfniss geltend, wie wir es in Berlin gefühlt haben, als wir vor zwei Jahren zusammentraten und frohen Muthes unseren schönen Verein begründeten. Am 23. Februar 1841 beschlossen die englischen Chemiker in einer im Saale der *Society of Arts* gehaltenen Versammlung die Stiftung der *Chemical Society of London*, und am 30. März desselben Jahres constituirte sich die Gesellschaft, indem sie Graham zu ihrem ersten Präsidenten erwählte. Welchen Antheil an der Gründung und Ausbildung dieser Gesellschaft er genommen hat, und wie viele der herrlichen Blüten, welche dieselbe getrieben, aus dem Boden entsprossen sind, den seine unablässige Sorgfalt für den jungen Verein vorbereitet hatte, das muss Jeder erkennen, dem Gelegenheit geboten war, die älteren Archive der *Chemical Society* zu durchblättern.

Ein paar Jahre später sehen wir Graham mit der Gründung einer zweiten wissenschaftlichen Gesellschaft beschäftigt. Aufgabe des im Jahre 1846 unter dem Namen *Cavendish Society* in's Leben tretenden Vereins ist, auf dem Wege der Association die Mittel für die Herausgabe, zumal Uebersetzung, von Werken zu beschaffen, welche sich durch ihren Umfang oder durch die Kostspieligkeit ihrer Illustrationen dem Bereiche der buchhändlerischen Speculation entziehen. Eine lange Reihe stattlicher Bücher, unter diesen die Uebersetzung von Gmelin's klassischem Werke in nicht weniger als 17 Bänden, bezeichnet die Wirksamkeit dieser Gesellschaft, welche von dem ersten Augenblicke des Bestehens ihre Geschicke den Händen Graham's, als ständigen Präsidenten, anvertraut hatte.

Die Mitte der fünfziger Jahre brachte einen gewaltigen Umschwung in die bisher so einfachen Lebensbedingungen des rastlosen Forschers. Um diese Zeit (1854) legte Sir John Herschel seine Stelle als Münzmeister von England nieder, und die öffentliche Stimme bezeichnete alsbald den gefeierten Chemiker von *University College* als den würdigen Nachfolger des berühmten Physikers. Graham, obwohl nur ungern ans den ihm lieb gewordenen Verhältnissen scheidend, konnte sich der wichtigen und ehrenvollen Aufgabe, welche die Regierung ihm stellte, nicht entziehen; liegt ja doch auch für den britischen Gelehrten ein unwiderstehlicher Zauber in dem Gedanken, die Stelle einzunehmen, an welcher so viele hervorragende Männer gewirkt haben, und welche immer, seit Sir Isaak Newton sie inne hatte, für eine Stätte des Ruhmes gegolten hat!

Es würde schwer sein, die grossartige Wirksamkeit, welche Graham in dem hohen ihm anvertrauten Amte geübt hat, in engumgrenztem Rahmen zu verzeichnen. Der neue Münzmeister entwickelte eine Umsicht, eine Sachkenntniss, eine Thätigkeit, eine Energie und, wo es nöthig war,

eine unachtsichtige Strenge, die alle Welt, zumal aber die Beamten der Münze, in Erstaunen setzte. Solche Anforderungen waren bisher nicht gestellt, solche Controle nicht geübt worden; — den Neuerungsgehlüsten, den Umsturzplänen des gelehrten Münzmeisters, welche Manchem schier unerträglich schienen, musste mit allen Kräften entgegengearbeitet werden. Der Verfasser dieser Skizze hat damals selber in amtlicher Beziehung zu der englischen Münze gestanden und ist auf diese Weise, wenn auch aus der Ferne, Zeuge der Kämpfe gewesen, welche Graham in seiner neuen Stellung zu bestehen hatte. Jahre verfliessen, ehe ein vollständiger Sieg über diese Schwierigkeiten errungen ist und Graham wieder die nöthige Musse findet, um zu seinen Lieblingsstudien zurückzukehren. Dieser lang ersehnte Zeitpunkt ist aber endlich auch gekommen, und nun folgt noch eine Reihe glücklicher Jahre in dem Leben des Mannes. Nicht ein Augenblick wird verloren; in der mit der Münze verbundenen Dienstwohnung des Münzmeisters, deren Prunkgemäcker der einfache und alleinstehende Mann niemals bezogen hat, ist schnell ein bequemes Laboratorium hergerichtet, in welchem die alten Arbeiten mit erneutem Eifer wiederaufgenommen werden. Einige der schönsten Forschungen Graham's gehören dieser Zeit an. Es ist die reine Liebe zur Wissenschaft, welcher sie entstammen. Graham braucht keinen Namen, keine Stellung mehr zu erwerben; sie sind längst sein unbestrittenes Eigenthum. Allein dieselbe Lust an der Naturbeobachtung, welche ihn in jüngeren Jahren die grössten Entbehrungen, die bittersten Schmerzen ohne Murren ertragen liess, sie beseelt ihn auch heute noch und wappnet ihn gegen neue Gefahren, welche seinen wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Glanze seiner Stellung und aus dem Strudel socialer und officieller Beziehungen, nach welchem diese Stellung unvermeidlich hintreibt, zu erwachsen drohen.

An der Spitze der Münze ist Graham bis zu seinem Tode geblieben, Zeit und Kräfte gleichmässig in die Ausübung der aufreibenden Pflichten seines Amtes und die nicht minder angreifende Bearbeitung der schwierigen wissenschaftlichen Fragen theilend, deren Lösung er zur Aufgabe seines Lebens gemacht hatte. Nur wenige Stunden waren der Geselligkeit gewidmet, nur selten wurde diese unablässige Thätigkeit durch eine kleine Reise oder durch einen kurzen Aufenthalt auf dem Lande unterbrochen. Solchen Anstrengungen würde eine festere Gesundheit, als sie Graham besass, auf die Dauer nicht haben widerstehen können. Gegen Anfang August dieses Jahres findet ihn Gustav Magnus bereits leidend, aber immer noch unausgesetzt arbeitend. Sein Zustand verschlimmert sich, und er sucht in der stärkenden Luft der Berge von Malvern Erholung. Am Schluss eines vierzehntägigen Ausflugs, im Anfang September, besucht er seinen alten lieben Freund Dr. Henry auf dessen Landsitz Haffield in Herefordshire. Von ihm hab' ich die letzten Nachrichten über Graham; er erscheint ihm wunderbar gekräftigt durch die Ruhe und durch die häufige Bewegung in freier Luft und mit dem Plane umgehend, die Reise weiter nach der schottischen Heimath auszudehnen. Allein es war das letzte Aufflackern der verlöschenden Flamme. Schon nach wenigen Wochen hat die ruhmvolle Laufbahn Graham's ein Ziel gefunden. Der Tod ereilte ihn inmitten seiner rastlosen Beschäftigung mit den grossen Reformen, welche sich in nächster Zeit auf dem Gebiete des Münzwesens vollziehen werden, inmitten seiner wissenschaftlichen Thätigkeit, deren letzte Ergebnisse kaum zur Kenntniss der Welt gelangt sein dürften.

\*            \*            \*

Graham's Forschungen auf dem Gebiete der Chemie und Physik umfassen einen Zeitraum von mehr als vierzig Jahren.

Sie erwarten nicht, dass ich hier von den zahlreichen Abhandlungen, welche er im Laufe dieser Zeit veröffentlicht hat, und welche in den *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vorzugsweise aber in den *Philosophical Transactions* und den *Proceedings of the Royal Society of London*, den *Memoirs* und dem *Journal of the Chemical Society* und endlich in dem *Philosophical Magazine* erschienen sind, auch nur den Namen nenne, geschweige denn den Inhalt darlege. Ich will es mir aber nicht versagen, Sie an einigen der wichtigeren, wenn auch nur eilenden Fusses, vorüberzuführen.

Graham's erste Arbeiten gehen bis zu dem Jahre 1826 zurück, in welchem wir den einundzwanzigjährigen Jüngling einen Aufsatz über die Absorption der Gase durch Flüssigkeiten<sup>3)</sup> veröffentlichten sehen. An diesen Aufsatz reihen sich Untersuchungen über Reibungswärme<sup>4)</sup>, über die begrenzte Ausdehnung der Atmosphäre<sup>5)</sup>, über Salpeterbildung<sup>6)</sup>, über Ausnahmen der Regel, dass Salze in heissem Wasser löslicher sind als in kaltem<sup>7)</sup>, über den Einfluss der Luft auf die Krystallisation der Salzlösungen<sup>8)</sup>.

Die erste grössere chemische Abhandlung Graham's findet sich in den *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* für 1831 und muss daher wohl als die Erstlingsfrucht seiner Arbeit in dem Laboratorium der *Andersonian University* in Glasgow gelten. Sie betrifft die Bildung chemischer Verbindungen gewisser Salze mit Alkohol<sup>9)</sup>, ähnlich denjenigen, welche sie mit Wasser erzeugen. Aus diesen Versuchen tritt uns zum ersten Male die Auffassung der Analogie des Alkohols mit dem Wasser entgegen, welche zu einem so wichtigen Artikel in dem Glaubensbekenntnisse der modernen Chemie geworden ist. Ob wohl Graham bei seinen Versuchen den grossen Einfluss geahnt hat, welchen

die weitere Entwicklung dieser Auffassung in den Händen seines Nachfolgers in *University College*, Professor William-son's, ein paar Jahrzehende später auf den Fortschritt der chemischen Wissenschaft ausüben sollte?

Eine der schönsten Arbeiten Graham's, welche den Namen ihres Verfassers alsbald in die weitesten Kreise trug, seine klassische Untersuchung der Phosphorsäuren, erschien im Jahre 1833<sup>10)</sup>. Es ist im Augenblick nicht mehr ganz leicht, den vollen Werth dieser Arbeit zu würdigen. Die Ansichten, welche Graham in seiner Untersuchung über die verschiedenen Phosphorsäuren entwickelt, sind diejenigen, welche wir mit unseren ersten chemischen Studien in uns aufgenommen haben, und an welche sich die gegenwärtigen Anschauungen von der Natur der Säuren und Salze zum grossen Theile anlehnen; sie sind so einfach, dass wir uns kaum vorstellen, wie man jemals anderer Ansicht gewesen sein könne. Allein man muss sich in die Zeit zurückversetzen, in welche Graham's Forschungen fallen. Eine Reihe der widersprechendsten Beobachtungen über das chemische Verhalten der Phosphorsäure lag vor, und doch waren die Chemiker unfähig, in der Phosphorsäure durch die Analyse irgendwelche Verschiedenheit zu erkennen. Jede neue Erfahrung über diese Säure und ihre Salze, welche in den Archiven der Wissenschaft niedergelegt wurde, schien die Verwirrung eher zu steigern als zu vermindern. Da kamen die Versuche Graham's und lösten mit einem Male den gordischen Knoten. Wir sehen dasselbe Oxyd des Phosphors mit drei verschiedenen Proportionen Wasser zu drei in ihrer Zusammensetzung völlig verschiedenen Säuren zusammentreten. Der Dreiklang: Phosphorsäure, Pyrophosphorsäure und Metaphosphorsäure schlägt zum ersten Mal an unser Ohr, und die Träger dieser theilweise schon früher gebrachten Namen werden die Prototypen der grossen Gruppen, denen wir noch heute die Säuren und mit den Säuren die Salze unterordnen.

Es ist, als ob ein Schleier von den Augen der Chemiker hinweggenommen würde; Erscheinungen, an deren Erklärung sie ihren Scharfsinn bisher vergebens versucht hatten, wie die im Augenblick jedem Schüler verständliche Erfahrung, dass sich bei der Vermischung von neutralem Silbernitrat mit alkalischem Natriumphosphat eine saure Flüssigkeit bildet, sind einfache und naturnothwendige Folgerungen der neuen Theorie der Phosphorsäuren. In den Auffassungen Graham's glaubt man bereits den Keim der erst später zur Geltung gekommenen Ansicht zu erkennen, dass die Säuren nichts anderes als Salze sind, in denen der Wasserstoff als Metall fungirt; wir stehen am Vorabende der Wiedererweckung der Theorie der Wasserstoffsäuren.

Die Untersuchung über die Phosphorsäuren wird für alle Zeiten eine Musterarbeit bleiben, deren Studium im Original den jüngeren Gliedern der Gesellschaft nicht warm genug empfohlen werden kann. Allein auch wir Aelteren kehren von Zeit zu Zeit mit neuer Lust zu dieser herrlichen Schöpfung zurück, unschlüssig, ob wir der Einfachheit der Versuche oder der logischen Interpretation derselben eine grössere Bewunderung schenken sollen. Seltsam auch muthet den heutigen Leser die Wahrnehmung an, dass sich Graham damals noch derselben Notation bedient, welche viele Jahre verlassen werden sollte, um, allerdings in etwas veränderter Bedeutung, von der heutigen Chemie wieder aufgenommen zu werden.

Von den anderen aus dieser Zeit stammenden Arbeiten will ich nur noch die schönen Untersuchungen über den Phosphorwasserstoff<sup>11)</sup> und über die Constitution der oxalsauren, phosphorsauren und schwefelsauren Salze und der Chloride<sup>12)</sup> erwähnen. In ersterer weist Graham nach, dass die Selbstentzündlichkeit des Phosphorwasserstoffgases, dessen gleiche Zusammensetzung mit dem nicht selbstentzündlichen Gase von Heinrich Rose bereits nachgewiesen worden

war, von der Gegenwart einer anderen Verbindung abhängig ist, und dass man das Gas seiner Selbstentzündlichkeit berauben und ihm dieselbe wiedererstaten kann, Erfahrungen, welche später in den bewundernswerthen Untersuchungen Paul Thenard's über den flüssigen Phosphorwasserstoff ihre unzweideutige Bestätigung gefunden haben. In der Arbeit über die Salze werden frühere Beobachtungen von Graham, zumal über die phosphorsauren Salze und die schwefelsauren Salze der Magnesiareihe, weiter angeführt und namentlich sehr genaue Bestimmungen des Krystallwassergehaltes einer beträchtlichen Anzahl von Salzen gegeben; ein grosser Theil des Materials für das Bild dieser wichtigen Gruppen von Salzen, wie wir es heute besitzen, ist in jener Untersuchung niedergelegt.

Die vierziger Jahre bringen eine Reihe kleinerer Arbeiten, welche diese flüchtige Skizze kaum mehr als dem Namen nach aufführen darf. Abhandlungen über die Constitution der schwefelsauren Salze im Lichte neuerer thermometrischer Forschungen<sup>13)</sup> und über die Darstellung des chlorsauren Kaliums<sup>14)</sup>, Versuche über Verbindungswärme<sup>15)</sup>, Aufsätze über die Verwerthung der Kalkrückstände der Gasfabriken<sup>16)</sup>, über die Zusammensetzung der schlagenden Wetter in den Kohlengruben von Newcastle<sup>17)</sup>, über ein neues eudiometrisches Verfahren<sup>18)</sup>, endlich die etwas später erschienenen Versuche über Aetherbildung<sup>19)</sup> zeigen, nach wie mannichfaltigen Richtungen hin seine Forschungen sich erstrecken.

Die umfassendsten Arbeiten Graham's und diejenigen, in denen sich das eigenartige Genie dieses Forschers, die Grossartigkeit seiner Naturanschauung, die eiserne Logik seiner Methode und die zähe, vor keiner Schwierigkeit zurückschreckende Ausdauer mit besonderer Klarheit spiegelt, bewegen sich auf dem Gebiete der Molecular-Chemie. In der langen Reihe der während mehr als dreissig Jahre fort-

geführten Experimentaluntersuchungen auf diesem Felde, deren jede die naturwüchsige Frucht der vorhergehenden ist, hat sich Graham ein Denkmal gesetzt, auf dem sein Name von den spätesten Enkelgeschlechtern mit Bewunderung gelesen werden wird. Die Erscheinungen der Diffusion der Gase und der tropfbaren Flüssigkeiten, welche zum grossen Theil den Gegenstand dieser Untersuchungen ausmachen, gehören zwar nicht zu denen, die durch Glanz überraschen, durch Mannichfaltigkeit fesseln. Allein die ungeheure Wichtigkeit dieses Gebietes der experimentalen Wissenschaft leuchtet ein, wenn man sich erinnert, dass es keinen sogenannten Lebensprocess giebt, der nicht in letzter Instanz auf chemische Prozesse zurückgeführt wird, dass auf allen Punkten des belebten Thier- und Pflanzenleibes unaufhörlich mehr oder minder intensive chemische Actionen verlaufen, dass aber die Bedingung für die Möglichkeit der Fortdauer dieser Actionen, d. h. des Lebens selber, die Zu- und Abfuhr von Material ist, und dass diese Zu- und Abfuhr, abgesehen von dem durch Muskeln und Flimmerbewegung vermittelten Massentransport, durch die Diffusion geschieht. So stösst die Physiologie der Pflanzen und Thiere, wo sie weit genug vorgeschritten ist, immer auf Diffusionsvorgänge, hinter denen nur noch die Prozesse im Innern der Gewebebestandtheile liegen; und stets an solchen Punkten begegnet sie den bedeutsamen Spuren, welche Graham auf seinen bahnbrechenden Streifzügen in diesem Gebiete hinterlassen hat. Wenn wir dereinst eine wahre, die Molecularvorgänge in den belebten Wesen erschöpfende physiologische Physik und Chemie haben werden, wird Graham's Name darin überall als der eines ersten Pioniers erhalten bleiben.

Den Reigen hierher gehöriger Arbeiten eröffnet schon im Jahre 1836 die berühmte Abhandlung über die Diffusion der Gase<sup>20</sup>). An eine isolirte Erfahrung Doebereiner's anknüpfend, welcher beobachtet hatte, dass sich in einem mit

Wasserstoff gefüllten gesprungenen Cylinder, der in der Wasserwanne umgestülpt war, das Niveau der Flüssigkeit über den äusseren Wasserspiegel erhob, untersucht Graham die Geschwindigkeit, mit welcher Wasserstoff und Sauerstoff durch eine feine Oeffnung in dünner Wand in den leeren Raum einströmen (Effusion) und ebenso die Geschwindigkeit, mit der beide Gase beim Durchgang durch eine poröse Wand sich mischen (Diffusion). Beide Versuchsreihen führen ihn zu demselben Gesetze. Unter gleichen physikalischen Bedingungen bewegt sich der Wasserstoff nahezu viermal so schnell als der  $4 \times 4 = 16$  mal so schwere Sauerstoff. Die Strömungsgeschwindigkeit beider Gase steht also in dem umgekehrten Verhältniss der Quadratwurzeln ihrer Volumgewichte, und da die Volumgewichte den Moleculargewichten proportional sind, auch der Moleculargewichte; wir sehen mithin, wie dem Wasserstoffmolecul eine vierfach grössere Bewegung angehört als dem gleichgrossen, aber 16 mal schwereren Sauerstoffmolecul. Was hier zunächst für den Wasserstoff und Sauerstoff als gültig erkannt wird, findet auch bei anderen Gasen eine Bestätigung.

Ein ebenso schöner als einfacher Apparat, dessen sich Graham bei diesen Versuchen bediente, wird noch heute in chemischen Vorlesungen allgemein gebraucht, und wir begegnen daher dem Namen des grossen britischen Forschers ganz eigentlich auf der Schwelle der Wissenschaft, wenn wir beim Studium der Bewegungserscheinungen der Gase das Wasser der pneumatischen Wanne in der mit Wasserstoff gefüllten Graham'schen Diffusionsröhre emporsteigen sehen.

Mit den Versuchen über die Effusion und Diffusion der Gase steht eine andere, jedoch erst viel spätere Untersuchung Graham's über das Ausströmen der Gase durch längere oder kürzere Capillarröhren<sup>21)</sup> (Transpiration oder Transfusion) in engster Beziehung. Nur aus ganz kurzen

Röhren strömen die Gase nach dem für die Effusion und Diffusion ermittelten Gesetze der Abhängigkeit von ihren Dichtigkeiten; je länger die Röhre, um so mehr wird die Erscheinung durch den Widerstand der Röhrenwand getrübt, und erst wenn die Röhrenlänge eine gewisse Grenze erreicht hat, wird wiederum ein constantes Verhältniss zwischen den Stromgeschwindigkeiten verschiedener Gase beobachtet. Unter diesen Bedingungen stehen die Strömungsgeschwindigkeiten derselben (ihre Transpirabilität) in einem bestimmten unabänderlichen, von der Natur der Gase abhängigen Verhältnisse; der Widerstand der Capillarröhre gegen den Durchgang des Gases zeigt sich der Länge der Röhre proportional. Die Stromgeschwindigkeit endlich desselben Gases hängt direct von der Dichtigkeit ab, ganz einerlei, ob die Zunahme oder Abnahme derselben durch Compression oder Dilatation, durch Abkühlung oder Erwärmung bedingt ist. Bekanntlich stützen sich neuere und wichtige Arbeiten von O. E. Meyer<sup>22)</sup> über die Reibungscoefficienten einer Reihe von Gasen und von L. Meyer<sup>23)</sup> über die Molecularvolumina verschiedener Körper auf die Graham'schen Versuche über die Transpiration der Gase.

Die Erfahrungen, welche Graham über die Bewegungserscheinungen gasförmiger Molecule erworben hat, veranlassen ihn naturgemäss, auch die Bewegung flüssiger Molecule mit in den Kreis seiner Forschung zu ziehen. Sein Interesse wendet sich zunächst der Ermittlung der Gesetze zu, nach denen sich ein löslicher Körper bei seiner Lösung im Lösungsmittel verbreitet, und er studirt zu dem Ende den Uebergang bereits gelöster Körper aus der ursprünglich zur Lösung angewendeten Flüssigkeit in weitere Mengen dieser Flüssigkeit. Die ersten Ergebnisse der Untersuchung dieser Erscheinungen, welche Graham unter der Bezeichnung „Diffusion der Flüssigkeiten“ zusammenfasst, sind in mehreren grossen, in den Jahren 1850 und 1851 veröffentlichten Abhandlungen<sup>24)</sup>

niedergelegt. Diese Untersuchung fördert alsbald eine ganze Reihe von neuen Thatsachen zu Tage. Auch hier wiederum ist es die Einfachheit der Methode und die beispiellose Geduld in der Ausführung der zahllosen Versuche, welche unsere Bewunderung beansprucht.

Eine mit der Lösung des zu untersuchenden Salzes gefüllte Flasche, die Lösungsflasche (*solution bottle*), steht in einem grösseren mit reinem Wasser gefüllten Gefässe, dem Wassergefäss (*water jar*); beide zusammen bilden die Diffusionszelle (*diffusion cell*). Die in einer gegebenen Zeit in die äussere Wasseratmosphäre übergetretene (diffundirte) Salzmenge, das Diffusionsproduct (*diffusion product*), wird durch Abdampfen bestimmt.

Die auf diese Weise gewonnenen Resultate sind ebenso wichtig wie mannichfaltig. Beim Kochsalz zeigt sich zunächst, wie das Diffusionsvermögen (die Diffusibilität) der Concentration der Lösungen proportional ist, wie es mit der Temperatur wächst. Bei der Ermittlung der Diffusibilität einer grösseren Anzahl von Substanzen ergibt sich eine Verschiedenheit, die nicht grösser gedacht werden kann. Unter im Uebrigen ganz gleichen Bedingungen diffundiren 69 Theile Schwefelsäure, 58 Kochsalz, etwa 27 Magnesiumsulfat, 26 Zucker, 13 Gummi arabicum, 3 Eiweiss. Viele isomorphe Substanzen, Kalium- und Ammoniumchlorid, Kalium- und Ammoniumnitrat, Magnesium- und Zinksulfat sind äquidiffusiv. Werden zwei Salze von ungleichem Diffusionsvermögen in der Diffusionszelle gemischt, so diffundiren sie unabhängig voneinander nach ihrer individuellen Diffusibilität. Graham's dem Praktischen stets zugewendeter Sinn erkennt alsbald in diesem Verhalten eine neue Methode der partialen Scheidung, derjenigen zu vergleichen, welche wir bei Körpern von ungleichem Siedepunkt durch Destillation bewirken. Er zeigt, dass sich die Chloride von den Sulfaten und Carbonaten, dass sich die Kaliumsalze von den Natriumsalzen, dass sich

die letzteren von den Magnesiumsalzen bis zu einem gewissen Grade abdiffundiren lassen. Und nicht nur mechanische Mischungen können auf diese Weise getrennt werden; wirkliche chemische Verbindungen sehen wir, wie bei der Destillation, so bei der Diffusion auseinanderfallen. Aus dem Alaun diffundirt der diffusibelere nähere Bestandtheil, das Kaliumsulfat, von dem weniger diffusibelen Aluminiumsulfat ab, und selbst bei dem Kaliumsulfat wird das durch die Lösung in vielem Wasser bewirkte theilweise Zerfallen in Kaliumhydrat und Schwefelsäure durch die Diffusion zur Anschauung gebracht.

Graham's Untersuchungen über die Diffusion der Flüssigkeiten werden von den Chemikern, Physikern und Physiologen mit dem lebhaftesten Interesse aufgenommen. Sie geben alsbald Veranlassung, dass man sich dem Studium der Molecularerscheinungen mit erneutem Eifer widmet. Auf den verschiedensten Gebieten sucht man die neu ermittelten Thatsachen zu verwerthen und kommt in manchen Fällen zu ganz unerwarteten Resultaten. So gelingt es Drevermann<sup>25</sup>), krystallisirte künstliche Mineralien wie Rothbleierz, Weissbleierz, Kalkspath u. s. w. zu erhalten, indem er die beiden Verbindungen, durch deren gegenseitige Einwirkung das gesuchte Mineral entstehen soll, durch Diffusion sich langsam mischen lässt.

An Graham's Arbeiten über die Diffusion der Flüssigkeiten reihen sich zahlreiche Versuche zur Erklärung der osmotischen Erscheinungen<sup>26</sup>). Der Gedanke lag nahe, einen Zusammenhang zu vermuthen zwischen diesen Erscheinungen und dem Diffusionsvermögen der in Lösung befindlichen Substanzen. Die Diffusibilität, konnte sie nicht schliesslich die Ursache der osmotischen Wirkungen sein? Graham's Untersuchungen verneinen diese Annahme. In zwei grossen Versuchsreihen, angestellt mit Osmometern, in denen einerseits eine poröse Thonzelle, andererseits eine thierische Mem-

bran das Diaphragma bildet, findet er, dass die osmotische Erhebung der Flüssigkeit unwesentlich ist bei allen neutralen organischen Substanzen wie Zucker, Gerbstoff, Alkohol, Harnstoff, ebenso bei der grossen Mehrzahl der neutralen Salze der Alkalimetalle und Erdmetalle, dass sie wächst bei Citronensäure, Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, dass sie sich endlich am stärksten zeigt, wenn Schwefelsäure und Phosphorsäure oder stark saure und stark basische Salze sich im Osmometer befinden. Stets sind es die kräftigsten chemischen Agentien, unter deren Einfluss die Erscheinung in ihrer vollen Intensität hervortritt, und unter allen Umständen wird die Substanz des Diaphragma's stark angegriffen. Graham ist geneigt, in der chemischen Einwirkung der dem Versuche unterworfenen Körper auf die Materie der Scheidewand die *vis motrix* der osmotischen Wirkungen zu erblicken.

Neben den hier aufgeführten rein wissenschaftlichen Untersuchungen läuft eine lange Reihe dem Gebiete der angewandten Chemie angehörender Arbeiten her, von denen viele ein bleibendes Interesse beanspruchen. Manche dieser Arbeiten sind mit anderen Chemikern gemeinschaftlich unternommen worden, und es hat namentlich der Verfasser dieser Skizze das Glück gehabt, sich unter Graham's Aegide auf diesem Felde seine Sporen zu verdienen.

Im Anfange der fünfziger Jahre ist das öffentliche Interesse lebhaft der Frage zugewendet, auf welche Weise die Metropole mit einer neuen Zufuhr von Wasser zu versorgen sei. Die heftigsten Anklagen erheben sich gegen die bestehenden Wassercompagnien, und die verschiedensten Vorschläge machen sich geltend. Graham wird von der Regierung zur Berichterstattung aufgefordert <sup>a)</sup>.

---

<sup>a)</sup> *Chemical Report on the supply of Water to the Metropolis by Graham, Miller and Hofmann.* Chem. Soc. Qu. J. IV, 375. (1852).

Fast um dieselbe Zeit ist ganz England von der furchtbaren Katastrophe erschüttert, welche sich in dem Golf von Biscaya zugetragen hat. Der prachtvolle neue Dampfer „Die Amazone“ ist wenige Stunden, nachdem er die englische Küste verlassen hat, ein Raub der Flammen geworden. Ein Gefühl der Unsicherheit beschleicht die seefahrende Nation; man verlangt gebieterisch eine eingehende Untersuchung der Ursachen, welche dieses entsetzliche Ereigniss veranlasst haben können. Wiederum ist es Graham, der von der Handelscommission im Staatsrathe (*the Lords of the Committee of Privy Council for Trade*) mit der chemischen Untersuchung der Frage betraut wird<sup>b)</sup>.

Ein Pariser Professor hat die Unvorsichtigkeit, seinen Zuhörern die geistreiche Mittheilung zu machen, dass man sich in England des Strychnins bediene, um dem Pale Ale eine angenehme Bitterkeit zu verleihen. Schnell macht die Sensationsnachricht die Runde durch die Presse. Ein panischer Schrecken bemächtigt sich des aletrinkenden Volkes, und die Bierkönige von Burton zittern auf ihren Thronen. In solcher Noth werden die Chemiker befragt, und erst nachdem Graham gesprochen hat, glättet sich die hochgehende Woge nationaler Entrüstung<sup>c)</sup>.

Seit langer Zeit hadern die Brauer mit der Steuerbehörde ob des Tarifs, nach dem ihnen die Malzsteuer für das exportirte Bier vergütet wird, und ob des Principes, nach dem man die bei dem Brau verwendete Menge Malz bestimmt. Ein unter Graham's Auspicien abgefasster Bericht löst die Frage zur Befriedigung beider Theile<sup>d)</sup>.

In gewissen Zweigen der Gewerbthätigkeit wird der Nachtheil lebhaft empfunden, welcher den Fabrikanten durch die

---

<sup>b)</sup> *Chemical Report on the cause of the Fire in the „Amazon“.* Chem. Soc. Qu. J. V, 34. (1853). — <sup>c)</sup> *Report upon the alleged adulteration of Pale Ales by Strychnine by Graham and Hofmann.* Ebend. 172. — <sup>d)</sup> *Report upon „Original Gravities“ by Graham, Hofmann and Redwood.* Ebend. 229.

kolossale Besteuerung des Alkohols erwächst. Die chemische Industrie zumal leidet unter diesem Druck, und selbst der wissenschaftlichen Forschung stellen sich Hindernisse in den Weg, die in anderen Ländern nicht existiren. Von allen Seiten wird für Beseitigung dieses Uebelstandes agitirt. Auf Veranlassung der höchsten Steuerbehörde des Landes (*Inland Revenue*) tritt unter dem Vorsitze Graham's eine chemische Commission zusammen, aus deren Händen Industrie und Wissenschaft den methylyrten Spiritus (*methylyated spirit*) mit Dank entgegennehmen <sup>e</sup>).

Die englische Gewohnheit, den Kaffee für den Hausbedarf gemahlen zu beschaffen, öffnet der Verfälschung dieses wichtigen Genussmittels Thür und Thor. Im Jahre 1857 hat diese Verfälschung eine solche Höhe erreicht, dass man zur Abhülfe auch dieser Noth die Rathschläge Graham's einholt <sup>f</sup>).

In den fünfziger Jahren hat sich die Zahl der Todesfälle durch Feuer in schreckenerregender Weise gesteigert. Von 1852 bis 1856 sind in den Civilregistern von England und Wales nicht weniger als 9998 Todesfälle durch Verbrennen angeführt, von denen 2182 der Entzündung von Kleidungsstücken zugeschrieben werden. Diese unerträglichen Zustände erregen die lebhafteste Theilnahme der Königin und des Prinzen Albert. Auch diesmal wieder wird Graham zum Berichte angefordert. Er betraut mit der Abfassung desselben zwei junge deutsche Chemiker, die HH. Fr. Versmann und Alph. Oppenheim, die sich dieser Aufgabe mit erwünschtem Erfolge unterziehen <sup>27</sup>).

Mit der im Jahre 1852 veröffentlichten Arbeit über Osmose ist Graham's wissenschaftliche Thätigkeit zu einem zeit-

---

<sup>e</sup>) *Report on the supply of spirit of wine free from duty, for use in the arts and manufactures, addressed to the Chairman of Inland Revenue by Graham, Hofmann and Redwood.* Chem. Soc. Qu. J. VIII, 120. (1856). —  
<sup>f</sup>) *Chemical Report on the mode of detecting vegetable substances mixed with coffee for the purpose of adulteration by Graham, Stenhouse and Campbell.* Ebend. IX, 33. (1857).

weiligen Abschluss gekommen. Die nächste Zeit ist ausschliesslich den grossen Anforderungen des wichtigen, seinen Schultern neu aufgebürdeten Amtes gewidmet. Jahre verstreichen, ehe es ihm vergönnt ist, seine Lieblingsstudien wieder aufzunehmen.

Erst im Jahre 1861 tritt Graham mit neuen Forschungen an die Oeffentlichkeit. Sie betreffen zunächst die Beziehung zwischen der Transpiration der Flüssigkeiten, d. h. dem durch Druck bedingten Durchgang derselben durch Capillarröhren, und ihrer chemischen Zusammensetzung<sup>28)</sup>.

An die Erfahrung Poiseuille's anknüpfend, dass von allen Verbindungen des Alkohols mit Wasser das Hydrat  $C_2H_6O + 3H_2O$ , bei dessen Bildung die stärkste Verdichtung beobachtet wird, am langsamsten transpirirt, hat Graham die Transpirationszeit einer grossen Anzahl von Flüssigkeiten bestimmt. Bei der Salpetersäure ist es die Flüssigkeit  $2HNO_3 + 3H_2O$ , welche man früher wohl als das constante Hydrat bezeichnete, bei der Schwefelsäure das Hydrat  $H_2SO_4 + H_2O$ , bei der Essigsäure das Hydrat  $C_2H_4O_2 + H_2O$ , für welche die Transpirationszeit ein Maximum ist. Weniger charakteristisch sind die bei der Ameisensäure und Chlorwasserstoffsäure erhaltenen Resultate. Dagegen findet Graham Poiseuille's Beobachtung über den Aethylalkohol vollkommen bestätigt; auch bei dem Methylalkohol wird das Maximum der Transpirationszeit für das Hydrat  $CH_4O + 3H_2O$  gefunden. Bei der Erforschung der Transpirationszeit homologer Verbindungen, homologer Alkohole, homologer Aether z. B., wächst die Transpirationszeit mit dem Steigen des Siedepunktes, und Graham neigt zu der Ansicht, dass sich auch auf Transpirationsbeobachtungen hin die Körper in ähnliche Reihen werden ordnen lassen, wie sie von H. Kopp aus der Beobachtung der Siedepunkte und anderer physikalischen Eigenschaften bereits abgeleitet worden sind.

Auch die Versuche über die Diffusion der Flüssigkeiten sind mit neuer Lust wieder aufgenommen worden. Eine umfassende, ebenfalls im Jahre 1861 veröffentlichte Arbeit zeigt, dass die schöpferische Kraft Graham's nicht erlahmt ist. Die Ergebnisse der früheren Untersuchungen hatten bereits angedeutet, dass sich die Diffusion im Dienste der Analyse werde verwerthen lassen. Jetzt galt es, diesen Andeutungen zu folgen und die noch immer vereinzelt Beobachtungen zu einer Methode von allgemeinerer Anwendbarkeit zu verarbeiten. In diesem Sinne ermittelt Graham die relativen Zeiten, in denen gleiche Mengen verschiedener Substanzen diffundiren. Die Zeit, welche eine gegebene Menge Chlorwasserstoffsäure zur Diffusion bedarf, = 1 gesetzt, braucht unter im Uebrigen ganz gleichen Bedingungen dieselbe Menge Kochsalz die  $2\frac{1}{3}$  fache Zeit, Rohrucker und Magnesiumsulfat die 7 fache, Albumin die 39 fache und endlich Caramel die 38 fache Zeit. Erhöhung der Temperatur beschleunigt die Diffusion; allein diese Beschleunigung ist für verschiedene Substanzen eine ungleiche, und desshalb wird es für je zwei Körper eine Temperatur geben, bei welcher die partielle Scheidung durch Diffusion am leichtesten gelingt.

Bei den bisherigen Versuchen waren die Körper in reines Wasser diffundirt, jetzt treten an die Stelle des Wassers Lösungen von Gelose (durch Auskochen der Seepflanze *Gelidium corneum* erhaltene Gallerte), und es ergiebt sich das bemerkenswerthe Resultat, dass die Salze, wie das Kochsalz, in eine Lösung von Gelose ganz in derselben Weise, also mit derselben Geschwindigkeit, diffundiren wie in reines Wasser. Aehnlich verhalten sich Stärkemehlgallerte, coagulirtes Eiweiss, thierischer Schleim und gewisse Membrane. Befindet sich auf der Salzlösung eine Lage dieser Substanzen, und ist darüber reines Wasser geschichtet, so erfolgt die Diffusion fast gerade so, als ob sich Salzlösung und Wasser direct berühren. Von ganz besonderem Nutzen für derartige Versuche erweist sich

das schon einige Jahre früher bekannt gewordene durch Schwefelsäure modificirte Papier, das sogenannte Pergamentpapier, welches durch die Bemühungen Warren De La Rue's bereits Gegenstand einer grossartigen Fabrikation geworden ist. Substanzen von hohem Diffusionsvermögen passiren ein Diaphragma von Pergamentpapier mit fast ungeschmälerter Geschwindigkeit, während Körpern von geringer Diffusibilität der Durchgang fast vollkommen verwehrt ist. Mit dieser Beobachtung ist die neue Scheidungsmethode, welche Graham mit dem Namen Dialyse bezeichnet, und der Apparat, welcher zu ihrer Ansführung dient, alsbald zur Vollendung gediehen. Ein weiter Cylinder ist an seinem unteren Ende mit Pergamentpapier überbunden. Dieser Cylinder, der Dialysator, in dem das durch Diffusion zu trennende, das zu dialysirende Gemenge den Pergamentpapierboden bis zur Höhe von 20 bis 25 mm bedeckt, ist in ein grösseres Wassergefäss, welches etwa das 10fache Volum Wasser enthält, in der Weise eingesetzt, dass sich die Flüssigkeitsspiegel im inneren und äusseren Gefässe im Nivean befinden. Welche Resultate mit diesem einfachen Apparate zu erhalten sind, ergibt sich aus der Vergleichung der Quantitäten verschiedener Körper, welche nach Graham's Versuchen unter denselben Bedingungen durch den Pergamentpapierdialysator hindurchgehen: Gummi arabicum 1, Caramel 1,2, Gerbsäure 7,5, Rohrzucker 52, Traubenzucker 67, Mannit 87, Alkohol 120, Kochsalz 250.

Neue umfassende Versuche über die Diffusion einer grossen Anzahl allen Gebieten der Chemie angehörender Substanzen lassen Graham zwei ihrer molecularen Construction nach absolut verschiedene Formen der Materie erkennen. Im Sinne dieser Auffassung ordnen sich die Körper nach ihrem Diffusionsvermögen in zwei grosse Gruppen, zwischen denen allerdings keine scharfe Greuze gezogen werden kann. Der ersten Gruppe gehören die durch ihr Diffusionsvermögen ausgezeichneten Substanzen an: die Mineralsäuren

und die organischen Säuren sowie die Mehrzahl ihrer Salze, viele krystallisirte organische Verbindungen, die verschiedenen Zuckerarten, Alkohol u. s. w. Graham bezeichnet diese Körper, da sie zumeist krystallinisch sind, als die Gruppe der Krystalloïde. Die zweite Gruppe umfasst die Körper von geringer Diffusibilität; ihre Glieder — Kieselsäurehydrat, die Hydrate der Thonerde und ähnlicher Metalloxyde, Stärke, Dextrin, Gummi, Albumin, Leim — haben alle eine gallertartige Beschaffenheit, und Graham bezeichnet sie als die Gruppe der Colloïde. Viele Körper existiren in beiden Gruppen.

In der Dialyse besitzen wir ein unschätzbare Mittel, die Krystalloïde von den Colloïden zu trennen.

Der Verfasser dieser Skizze muss es sich versagen, von den höchst merkwürdigen Anwendungen, welche Graham von der dialytischen Methode gemacht hat, mehr als einige der wichtigeren in der Erinnerung der Versammlung aufzufrischen.

Aus dem Harn gehen die Krystalloïde so rein und vollständig durch das Diaphragma des Dialysators, dass die Flüssigkeit im Wassergefäß beim Abdampfen eine weisse Krystallmasse liefert, aus der Alkohol chemisch reinen Harnstoff auszieht. — Ein Gemenge von Rohrzucker und Gummi, in dem letzteres so stark vorwaltet, dass die Flüssigkeit alle Krystallisationsfähigkeit verloren hat, giebt bei der Dialyse eine reine, alsbald krystallisirende Zuckerlösung. Die Zuckerindustrie hat nicht ermangelt, die Diffusionserscheinungen für ihre Zwecke zu verwerthen. In den Runkelrübenzuckerfabriken zumal sind Reinigungsprocesse, die sich auf die Beobachtungen von Graham stützen, ganz allgemein in Aufnahme gekommen. — Aus Speisebrei, den man mit arseniger Säure oder mit Strychnin vergiftet hat, scheidet sich bei der Diffusion die arsenige Säure oder das Strychnin beinahe im Zustande der Reinheit ab, so dass sie ohne Weiteres durch die gewöhn-

lichen Reagentien erkannt werden können. — Eine Auflösung von Natriumsilicat mit einem Ueberschusse von Salzsäure auf den Dialysator gebracht lässt im Laufe einiger Tage alles Kochsalz und alle Salzsäure in das Wasser diffundiren; die Flüssigkeit, welche auf dem Diaphragma zurückbleibt, ist eine Lösung von Kieselsäure in reinem Wasser, die sich, ohne zu gelatiniren, erhitzen und bis zu einer Concentration von 14 p. C. wasserfreier Säure abdampfen lässt. Durch Dialyse einer Lösung von basischem Aluminiumchlorid erhält Graham eine Lösung von reiner Thonerde in Wasser. In älmlicher Weise werden später<sup>29)</sup> auf dialytischem Wege aus einer Mischung von Natriumstannat, -titanat, -wolframat oder -molybdat mit überschüssiger Chlorwasserstoffsäure lösliche Modificationen der Zinnsäure, der Titansäure, der Säuren des Wolframs und des Molybdäns erhalten. Selbst eine lösliche Modification des Eisenoxyds gelingt es Graham darzustellen, obwohl die letzten Spuren von Säure nur schwierig zu entfernen sind.

Alle diese durch Diffusion in Wasser löslich gewordenen Substanzen zeigen eine grosse Neigung zu gelatiniren. Durch Spuren eines Salzes werden ausserordentliche Mengen löslicher Kieselsäure in Kieselsäuregallerte und umgekehrt durch kleinste Mengen eines Alkali's grosse Mengen der Gallerte in die lösliche Modification übergeführt. Graham zeigt, dass alle Colloïde den löslichen und den gallertartigen Zustand anzunehmen im Stande sind; er unterscheidet das lösliche Hydrat als Hydrosol, das gallertartige als Hydrogel. In diesem Sinne spricht er von dem Hydrosol und Hydrogel der Kieselsäure. Aber nicht nur bei den Hydraten werden diese beiden Zustände beobachtet. Sowohl in dem Hydrosol als in dem Hydrogel der Kieselsäure lässt sich das Wasser durch Alkohol, durch Glycerin, selbst durch Schwefelsäure verdrängen, es entstehen lösliche Alkohol-, Glycerin-, Schwefelsäureverbindungen (Kieselsäure-Alkosol, -Glycerosol, -Sulfosol)

und gallertartige Verbindungen (Kieselsäure-Alkogel, -Glycerogel, -Sulfogel). Ja, mit Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff und sogar mit fetten Oelen kann Kieselsäure, können überhaupt die Colloide zu Verbindungen, oft von nicht unbeträchtlicher Beständigkeit, vereinigt werden.

Mit den wunderbaren Ergebnissen vor Augen, welche die Untersuchung der Diffusion der Flüssigkeiten geliefert hatte, wie wäre es möglich gewesen, dass Graham lange hätte säumen sollen, zu dem Studium der gasförmigen Körper zurückzukehren, um die aus den Arbeiten seiner Jugend geschöpften Erfahrungen in dem Lichte der neuen Beobachtungen weiter zu verwerthen?

In der That finden wir ihn denn auch in den Jahren 1863 bis 1866 bereits wieder lebhaft mit diesen Forschungen beschäftigt. Zunächst werden die älteren Versuche über Diffusion unter veränderten Bedingungen wiederholt<sup>30)</sup>. Statt der früher gebrauchten mit einem Gypspfropf verschlossenen Diffusionsröhre wird jetzt ein Diffusometer in Anwendung gebracht, dessen Mündung mit einer oblatendicken Platte von Brockedon's comprimirtem Graphit verschlossen ist. Alle Abweichungen und Unregelmässigkeiten, welche bei den früheren Versuchen mit dem ungleichartigen grobporigen Gypsiaphragma die Erkenntniss des Diffusionsgesetzes erschwert hatten, sind bei Anwendung der homogenen Graphitplatte feinsten Porosität mit einem Male verschwunden. Die Zeiten, in welchen gleiche Volume verschiedener Gase, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlensäure z. B. durch eine Diffusions Scheibe von 0,0005 m Dicke strömen, verhalten sich genau wie die Quadratwurzeln ihrer Volumgewichte. Allein schon hat sich die Auffassung der Erscheinung wesentlich geändert. Graham begnügt sich nicht mehr, die Beziehung zwischen Diffusionsvermögen und Volumgewicht durch den Versuch festgestellt zu haben; er führt jetzt beide Eigenschaften, Diffusionsvermögen und Volumgewicht, auf eine Ursache zurück, auf

den eigenthümlichen Zustand der Bewegung, in dem sich, nach der inzwischen wieder mehr und mehr in Aufnahme gekommenen physikalischen Hypothese über die Constitution der Materie, die Molecul der Gase befinden. Effusion und Transpiration sind ihm jetzt Erscheinungen, welche durch die Bewegung von Gasmassen zu Stande kommen; Diffusion vollzieht sich durch die Bewegung der Gas-molecul. Die Poren einer künstlichen Graphitschicht erscheinen ihm nach dem Ergebniss seiner Forschungen so klein, dass Gase *en masse* sie nicht durchdringen können, Effusions- und Transpirationsphänomene mithin ausgeschlossen sind. Nur den Moleculen selber gestatten sie noch den Durchgang, und zwar unbehindert durch irgend welche Reibung; denn wie klein immer wir uns die feine Pore der Graphitplatte denken mögen, sie ist dem wandernden Molecul gegenüber einem „Tunnel“ zu vergleichen.

Die neuen Diffusionsuntersuchungen führen Graham zu einer grossartigen Auffassung der Materie überhaupt.

„Es ist denkbar“, sagt Graham <sup>31)</sup>, „dass den verschiedenen Formen der Materie, welche wir als elementare Stoffe unterscheiden, ein und dasselbe Molecul angehört, welches sich aber in verschiedenen Zuständen der Bewegung befindet. Die Hypothese der wesentlichen Einheit der Materie steht im Einklange mit der gleichartigen Wirkung der Schwere auf alle Körper. Man weiss, mit welchem Interesse Newton diese Frage untersuchte, und mit welcher Sorgfalt er feststellte, dass die verschiedensten Körper, „Metalle, Steine, Hölzer, Getreide, Salze, thierische Substanzen etc.“, beim Falle in gleicher Weise beschleunigt werden, mithin gleich schwer sind.

„Im Gaszustande ist die Materie der zahlreichen und wechselnden Eigenschaften entkleidet, mit denen sie im flüssigen oder starren Zustande behaftet ist. Die gasförmige Materie zeigt nur wenige grosse und einfache Charaktere, und diese lassen sich alle auf die Beweglichkeit der Molecul zurückführen. Nehmen wir an, es existire nur eine Art Materie, ponderale Materie, und ferner, diese Materie bestehe aus Atomen, gleich an Grösse und

Gewicht. Allen Stoffen ist also dasselbe Atom gemeinschaftlich, und mit diesem Atom in Ruhe wäre die Gleichartigkeit der Materie eine vollkommene. Allein dieses Atom besitzt mehr oder weniger Bewegung, welche es, so nehmen wir gleichfalls an, einem uranfänglichen Anstosse (*primordial impulse*) verdankt. Diese Bewegung bedingt die Raumerfüllung. Je schneller die Bewegung, um so grösser der Raum, welchen das Atom erfüllt, wie sich die Bahn des Planeten mit dem Grade seiner Tangentialgeschwindigkeit weitet. Die Materie nimmt also nur verschiedene Formen an, weil sie dünnere oder dichtere Materie wird. Die spezifische Bewegung des Atoms ist unveräusserlich, und leichte Materie kann daher nicht in schwere Materie verwandelt werden. Mit einem Worte, die verschiedene Dichtigkeit der Materie bedingt die Bildung der verschiedenen Körper, der verschiedenen, nach unseren Ansichten unzerlegbaren Elemente.“

Allein das spekulative Moment ist in Graham's Geiste nicht das vorwaltende, und wir begegnen ihm daher auch alsbald wieder auf dem sicheren Boden des Versuches.

Wie es ihm früher gelungen ist, gelöste Körper durch Flüssigkeitsdiffusion (Dialyse) von einander zu trennen, so wird jetzt die Scheidung gasförmiger Körper durch Gasdiffusion mit Eifer angestrebt. Zu der Dialyse gesellt sich die Atmolyse. Für solche Versuche reicht aber das Diffusometer mit der kleinen Graphitscheibe nicht mehr aus. An seine Stelle tritt ein unglasirtes Rohr von gebranntem Thon, welches von einer weiteren Glasröhre umfassen ist. Die Mündungen dieser Röhre sind mittelst Kautschukpfropfen geschlossen, durch welche das Thonrohr hindurchgeht. Wird der Zwischenraum zwischen Thonrohr und Glashülle mit Hülfe der Luftpumpe evacuirt, während sich gleichzeitig ein langsamer Strom des gemischten Gases durch das Thonrohr bewegt, so diffundirt das diffusibelere Gas reichlicher in das Vacuum als das minder diffusibele, und das aus dem Thonrohr austretende Gas ist an dem Bestandtheil von geringerem Volumgewichte ärmer geworden. Bei der Atmolyse der Luft

nach diesem Principe sinkt der Stickstoffgehalt von 79 auf 77 Volumprocente; ein beim Eintritt in das Thonrohr aus gleichen Volumen Wasserstoff und Sauerstoff bestehendes Gasgemenge enthält beim Austritt nicht mehr als 5 Volumprocente Wasserstoff.

Noch viel schlagender sind die Ergebnisse, welche Graham bei Untersuchung der Absorption und dialytischen Scheidung der Gase durch colloïdale Scheidewände<sup>32)</sup> erhält.

Nach seinen Versuchen besitzt eine dünne Kautschukhaut, wie wir sie in wasserdichtem Seidenstoff oder in den kleinen durchsichtigen Gummiballons besitzen, keinerlei Porosität und ist in der That für Luft sowohl als für Gas vollkommen undurchdringlich. Allein dieselbe Haut vermag die gasförmigen Bestandtheile der Luft, den Sauerstoff und den Stickstoff, zu verflüssigen; und diese flüssiggewordenen Gase sind im Stande, die Haut zu durchdringen, um auf der andern Seite in ein Vacuum abzdunsten und dort im gasförmigen Zustande wieder aufzutreten. Dieses Durchdringungsvermögen der Luft gewinnt an Interesse durch den Umstand, dass die beiden Bestandtheile derselben von dem Kautschuk in verschiedenem Grade, Sauerstoff nämlich  $2\frac{1}{2}$  mal so stark als Stickstoff, absorbirt und condensirt werden, und dass mithin beide Gase auch in diesem Verhältnisse die Haut durchdringen. In der Kautschukhaut hat also Graham ein dialytisches Sieb für die Luft gefunden, welches constant 41,6 Volumprocente Sauerstoff hindurchlässt, statt der 21 Procente, die in der gewöhnlichen Luft vorhanden sind. Das Diaphragma hält in der That die Hälfte des Stickstoffs zurück und erlaubt der anderen Hälfte mit dem ganzen Sauerstoffgehalt den Durchgang. Die dialysirte Luft entzündet einen glimmenden Holzsplahn und steht, was Verbrennungsercheinungen anlangt, genau in der Mitte zwischen Luft und reinem Sauerstoff.

Die Vorrichtung, deren sich Graham zur Ausführung dieses merkwürdigen Versuches bedient, ist wieder von der

grössten Einfachheit. Das Vacuum wird in einem Sack von gummirter Seide oder einem kleinen Kautschukballon hervor gebracht. Damit die Wände nicht ganz zusammen fallen, ist in den Kautschuksack eine Lage von Filz eingebracht, der kleine Ballon aber mit feinem Sägemehl gefüllt. Zur Herstellung der Leere dient der Sprengel'sche Luftsanger, welcher überdies den Vortheil bietet, dass man die in das Vacuum eingesogene Luft über Wasser oder Quecksilber auffangen kann. Zu dem Zweck braucht das untere Ende der Fallröhre nur umgebogen zu werden.

Mittlerweile sind die schönen Versuche von Sainte-Claire Deville und Troost über den Durchgang des Wasserstoffs durch glühendes Platin und glühendes Eisen bekannt geworden. Graham kommt bei einer Wiederholung dieser Versuche zu denselben Resultaten. Er ist geneigt, die Erscheinung auf dieselbe Ursache zurückzuführen, welche den Durchgang der Gase durch die Kautschukhaut bedingt. Der Wasserstoff, nimmt er an, wird von den Metallen, möglicherweise in Folge seines metallischen Charakters (*possibly in its character as a metallic vapour*), verflüssigt, verdichtet, um sich auf der anderen Seite der Metallwand wieder zu vergasen. Platin, findet er, nimmt als Draht oder Blech bei dunkler Rothgluth 3,8 Vol. Wasserstoff auf, allein beim Palladium ist diese Fähigkeit am stärksten entwickelt. In Gestalt von Folie (aus gehämmertem Metalle dargestellt) verschluckt das Palladium schon unter  $100^{\circ}$  sein 643 faches Vol. Wasserstoff, während es für Sauerstoff und Stickstoff auch nicht das allergeringste Absorptionsvermögen zeigt. Als Schwamm nimmt das Platin sein 1,48 faches, das Palladium sein 90 faches Vol. Wasserstoff auf. Im Vacuum geglühtes Eisen absorbirt bei schwacher Rothgluth sein 0,46 faches Vol. Wasserstoff, sein 4,15 faches Vol. Kohlenoxyd, welches bei hoher Temperatur theilweise wieder vergast wird. Graham glaubt in der Fähigkeit des Eisens, bei mässiger Temperatur Kohlen-

oxyd zu absorbiren und festzuhalten (zu ocludiren), die erste Veranlassung zur Stahlbildung zu erblicken. Das bei der Rothgluth ocludirte Kohlenoxyd wird bei der Weissgluth theilweise zerlegt, wobei die Hälfte des Kohlenstoffs von dem Eisen aufgenommen wird. Zahlreiche Versuche, in ähnlichem Sinne ausgeführt wie die hier bezeichneten, führen ihn zu der Erforschung der Gase, welche in den gediegen vorkommenden Metallen, Eisen, Platin und Gold, ocludirt sind. Durch die Kenntniss dieser Gase hofft er willkommene Aufschlüsse über die Geschichte des sie ocludirenden Metalles zu erhalten, da sie ja der Atmosphäre entlehnt sein müssen, mit der es glühend zuletzt sich in Berührung befand. Das wohlbekannte Meteoreisen von Lenarto fesselt zunächst seine Aufmerksamkeit<sup>33)</sup>. Bei der Rothglühhitze entlässt dieses Eisen in das Vacuum nahezu sein 3faches Vol. Gas, welches nicht weniger als 86 p. C. Wasserstoff enthält, im Uebrigen aus 10 p. C. Stickstoff und 4 p. C. Kohlenoxyd besteht. Ganz anders die Zusammensetzung des Gases, welches das Eisen bei seinem gewöhnlichen Schmelzprocesse ocludirt. Dieses Gas, welches etwa das  $2\frac{1}{2}$ fache Vol. des Eisens beträgt, enthält unter 30 p. C. Wasserstoff und über 50 p. C. Kohlenoxyd. Die Spectralanalyse hat bereits den Wasserstoff als einen Bestandtheil der Gestirne nachgewiesen. Das Meteor-eisen von Lenarto entstammt offenbar einer Atmosphäre, in welcher Wasserstoff vorherrscht. In entfernter Sternensphäre belud sich der Meteorit mit diesem Element, um es auf unseren Planeten niederzuführen.

Wir haben raschen Fluges den grossen britischen Naturforscher auf seiner ruhmreichen Laufbahn bis an die Schwelle des Jahres 1868 begleitet; wir nahen dem Ziele. Für die Mitglieder der Chemischen Gesellschaft ist kaum mehr etwas hinzuzufügen; das Schwanenlied des Meisters tönt noch in unseren Ohren.

Ein Jeder von uns erinnert sich an die wunderbare vor

kaum mehr als Jahresfrist von Graham bei der Fortsetzung seiner Studien gemachte Entdeckung, dass der Wasserstoff mit dem Palladium eine Verbindung eingeht, in welcher der metallische Charakter des Palladiums unversehrt erscheint, und die wir desshalb mit Fug und Recht als eine Legirung, als die Legirung der beiden Metalle Palladium und Hydrogenium auffassen dürfen. Es ist gewiss ein eigenthümliches Zusammentreffen, dass Graham in demselben Briefe, in dem er für die Auszeichnung dankt, die wir ihm bei unserm letztjährigen Stiftungsfeste durch die Wahl zum Ehrenmitgliede haben angedeihen lassen, die ersten Mittheilungen über das Hydrogenium macht. Ich habe es mir nicht versagen wollen, von den betreffenden Stellen dieses Briefes ein Facsimile herstellen zu lassen, und ich bitte die Mitglieder der Gesellschaft, dieses Facsimile sowie das anliegende, sprechend ähnliche Portrait als Andenken an den Geschiedenen annehmen zu wollen.

Die Mittheilungen Graham's, welche das Hydrogenium betreffen, sind in zwei im Laufe dieses Jahres erschienenen Abhandlungen veröffentlicht. In der ersten<sup>34)</sup>, welche am 15. Januar vor der *Royal Society* verlesen wurde, werden in eingehender Weise die merkwürdigen Veränderungen beschrieben, welche das Palladium erleidet, wenn man es als negative Elektrode einer galvanischen Säule in verdünnter Schwefelsäure mit Wasserstoff sich beladen lässt.

„Auf chemische Gründe gestützt,“ sagt Graham, „hat man schon häufig behauptet, dass der Wasserstoff der Dampf eines höchst flüchtigen Metalles sei. Der Gedanke liegt nahe, in dem Palladium mit seinem ocludirten Wasserstoff eine Legirung dieses flüchtigen Metalles zu erblicken, in der die Flüchtigkeit des einen Elementes durch seine Verbindung mit dem anderen aufgehoben ist, und welche ihr metallisches Aussehen beiden Bestandtheilen in gleicher Weise verdankt. In wie weit eine solche Auffassung gerechtfertigt erscheint, wird am besten aus einer sorgfältigen Untersuchung der Eigenschaften erhellen, welche der flüchtige

Bestandtheil, den man, als Metall betrachtet, Hydrogenium nennen könnte, in dieser Legirung darbietet.“

Da sich nun diese Eigenschaften nur aus denen der Legirung erschliessen lassen, so ist diese selbst Gegenstand einer Reihe umfassender Versuche, bei deren Ausführung sich Graham, wie er dankend anerkennt, der Hülfe eines geschickten jungen Chemikers, des Hrn. W. C. Robert, zu erfreuen hatte. Diese Versuche betreffen die Dichtigkeit, die Zähigkeit, das elektrische Leitungsvermögen, das magnetische Verhalten, das Verhalten bei hoher Temperatur, endlich die chemischen Eigenschaften der Legirung. Die Ergebnisse dieser Versuche fasst Graham in folgender Weise zusammen:

„Als allgemeine Schlussfolgerung der Untersuchung lässt sich annehmen, dass wir in dem völlig mit Wasserstoff beladenen Palladium, wie es sich in dem der *Royal Society* vorgelegten Palladiumdrahte darstellt, eine Verbindung von Palladium mit Wasserstoff besitzen, deren Zusammensetzung derjenigen einer Verbindung gleicher Aequivalente nahe kommt; dass beide Substanzen starr, metallisch und von weissem Aussehen sind; dass die Legirung etwa 20 Vol. Palladium auf 1 Vol. Hydrogenium enthält, und dass die Dichtigkeit des letzteren nahezu 2 ist, etwas höher also als die des Magnesiums, mit dem, wie man annehmen kann, das Hydrogenium einige Analogien bietet; dass das Hydrogenium einen gewissen Grad von Zähigkeit, und dass es die elektrische Leitungsfähigkeit eines Metalls besitzt; endlich, dass das Hydrogenium zu den magnetischen Metallen gehört. Die letztgenannte Thatsache deutet auf eine Beziehung des Hydrogeniums zu den anderen magnetischen Metallen hin, mit denen verbunden es in dem Meteoreisen auftritt.“

Sechs Monate später kommt Graham nochmals auf diesen Gegenstand zurück. In einer kurzen Note: „Weitere Beobachtungen über das Hydrogenium“<sup>35)</sup> zeigt er, dass auch die Legirungen des Palladiums mit Platin, mit Gold, mit Silber den Wasserstoff zu occludiren vermögen. Aus der Untersuchung dieser ternären Legirungen ergibt sich für die Dichtigkeit des Hydrogeniums eine kleinere Zahl als die

früher ermittelte, welche sich indessen auch aus den für das Palladium-Hydrogenium beobachteten Werthen, wenn man sie anders interpretirt, berechnen lässt. In dieser Note haben wir die letzte Mittheilung von Graham; sie ist in der *Royal Society* am 17. Juni d. J., also kaum drei Monate vor seinem am 16. September erfolgten Tode, verlesen worden.

Nur wenige Wochen vor seinem Tode hat Graham für seine Freunde eine kleine Medaille in Palladium-Wasserstoff schlagen lassen. Die Medaille trägt auf der einen Seite das Bildniss der Königin von England, auf der anderen den Namen Graham mit der Randschrift Palladium-Hydrogenium 1869. Ob er wohl geahnt hat, dass viele seiner Freunde dieses schöne Andenken in Form eines Vermächtnisses erhalten würden?

\*                      \*

Mit dem Ausscheiden Graham's ist in der ehemischen Literatur eine Lücke entstanden, welche lange und schmerzlich empfunden werden wird. Auf dem schwierigen Felde, welches er bebaute, hat er bis jetzt nur wenige und vereinzelte Mitarbeiter gefunden. Nicht Vielen ist der Muth, die Ausdauer, man könnte sagen die Resignation gegeben, welche für die Bewältigung so grosser Hindernisse, wie sie sich dem erfolgreichen Studium der Molecularerscheinungen entgegenstellen, erforderlich sind. Es wird lange Zeit dauern, ehe sich ein zweiter Forscher von gleicher Begeisterung, von gleicher Willenskraft findet, der, unbeirrt von diesen Hindernissen, auf der breiten von Graham gelegten Grundlage den Bau erfolgreich weiterführt. Er wird aber auch nicht fehlen; dafür ist der wissenschaftliche Geist, welcher unser Jahrhundert belebt, ein sicherer Bürge.

\*                      \*

Dass einem Leben, welches ausschliesslich dem Dienste der Wissenschaft gewidmet war, die Anerkennung der Wissenschaft nicht versagt geblieben ist, Wer könnte daran zweifeln? Keine Akademie, keine gelehrte Gesellschaft, die es sich nicht zur Ehre angerechnet hätte, den Namen Graham in ihren Listen zu verzeichnen. Die wissenschaftlichen Körperschaften seines Vaterlandes zumal wetteifern mit einander, ihn mit Beweisen ihrer Werthschätzung, ihrer Bewunderung zu überhäufen. Gleich seiner ersten grossen Arbeit über das Gesetz der Diffusion der Gase im Jahre 1833 wird von der *Royal Society* in Edinburgh die *Keith Medal* ertheilt. Nur wenige Jahre später (1837) erhält er von der *Royal Society* in London die *Royal Medal* für seine Abhandlung über die Constitution der Salze; im Jahre 1850 trägt er denselben Preis zum zweiten Male davon; diesmal ist es die Arbeit über die Bewegung der Gase, welche gekrönt wird. Im Jahre 1862 endlich gewinnen ihm seine Untersuchungen über die Diffusion der Flüssigkeiten, über Osmose und besonders über die Anwendung der Flüssigkeits-Diffusion für die Zwecke der Analyse den höchsten Ehrenpreis, welchen die *Royal Society* ertheilt, die viel unvorhandene, von nur Wenigen erreichte *Copley Medal*. Zum Correspondenten des französischen Instituts war Graham schon 1847 ernannt worden, im Jahre 1862 erhielt er von der Pariser Akademie den *Prix Jecker*; Mitglied unserer Akademie war er seit 1835.

\* \* \*

Diese Lebensskizze könnte hier abschliessen; allein dem Verfasser derselben, der während eines Vierteljahrhunderts mit Graham im innigsten Freundschaftsbunde gelebt hat, dem es vergönnt gewesen ist, an seiner Seite die sonnigen Gefilde Italiens, die Alpen der Schweiz und die Hochlande der schottischen Heimath seines Freundes zu durchwandern, ihm gestatten Sie es wohl, dass er schliesslich noch dem

liebenswürdigen Charakter des unvergleichlichen Mannes ein Wort der Erinnerung widme.

Im geselligen Umgang von einer fast kindlichen Heiterkeit, die sich bis zur muthwilligen Laune steigern konnte, jedem harmlosen Scherze zugänglich, übte er auf den Kreis der Freunde, die er unter seinem gastlichen Dache zu versammeln pflegte, einen Zauber, dem sich Keiner zu entziehen vermochte. Dieselbe edle Einfachheit, dieselbe Bescheidenheit, dieselbe Gerechtigkeit gegen Andere, dieselbe Wahrheitsliebe, welche seine wissenschaftlichen Arbeiten auszeichnen, finden wir in seinem Verkehr mit den Menschen wieder. Keiner, der es sich in den kleinsten Verhältnissen hätte leichter genügen lassen, Keiner, der frei von jeder Eitelkeit sein eigenes Wirken geringer angeschlagen, Keiner, der sich des Erfolges Anderer mehr gefrent hätte, Keiner, der unerbittlicher gegen sich selbst, gleichwohl bereitwilliger gewesen wäre, die Fehler Anderer zu entschuldigen. Von einer Pflichttreue, der kein Opfer zu schwer wird, hülfewillig für jeden edlen Zweck, von einer unbegrenzten Freigebigkeit, zumal wenn es sich um die Förderung der Wissenschaft handelte, ein hingebender Lehrer, der treueste, werthtätigste Freund.

Das Bild des Mannes, den diese dürftige Skizze zu schildern versucht hat, — Sie fühlen es wohl — ist in unauslöschlichen Zügen dem Gedächtnisse Derer eingeprägt, welche das Glück gehabt haben, ihm näher zu stehen; allein auch in weitestem Kreise werden Alle, denen die Wissenschaft theuer ist, sich an dem Bilde erfreuen, wie es scharf umrissen aus Graham's Wirksamkeit an uns herantritt, und es wird bei seiner Beschauung in einem Jeden das ernste Verlangen erwachen, in der Wissenschaft wie im Leben ähnliche Wege zu gehen wie die des edlen Todten, dessen Andenken wir heute feiern!

---

4 Gordon Square  
London, Dec. 28/68

My dear Hofmann

I am much gratified by the receipt of your letter, & have since received the official intimation of my election as an Honorary Member of the Berlin Chemical Society over which you preside, which I esteem a high compliment & great honour. I have written a line to Messieurs, the Secretaries, in acknowledgment,

which

I beg you to forward to them.

There is a communication of mine before the R. S. at present, which I believe will amuse you, or at least the Curious of the thing will surprise. What do you think of Hydrogenium, a white, magnetic metal, of Spec. grav. 2.

I remain  
Dear Hoffman

Sincerely yours

Thos. Graham

## Literaturnachweise.

- S. 8. <sup>1)</sup> Graham-Otto's ausführliches Lehrbuch der Chemie. Vierte umgearbeitete Auflage. Braunschweig 1863. — <sup>2)</sup> *Elements of Chemistry, including the applications of the Science in the Arts by Thomas Graham.* London 1841.
- S. 13. <sup>3)</sup> Ann. of. Phil. XII, 69. (1826) — <sup>4)</sup> Ebend. 260. — <sup>5)</sup> Phil. Mag. I, 107. (1827) — <sup>6)</sup> Ebend. 172. — <sup>7)</sup> Ebend. II, 20. (1827) — <sup>8)</sup> Ebend. IV, 215. (1828) — <sup>9)</sup> R. Soc. Edinb. Trans. XI, 175. (1831)
- S. 14. <sup>10)</sup> Phil. Trans. 1833, 253.
- S. 15. <sup>11)</sup> R. Soc. Edinb. Trans. XIII, 88. (1836) — <sup>12)</sup> Phil. Trans. 1837, 47.
- S. 16. <sup>13)</sup> Chem. Soc. Mem. I, 82. (1843) — <sup>14)</sup> Ebend. 5. — <sup>15)</sup> Ebend. II, 51. (1845) — <sup>16)</sup> Ebend. 357. — <sup>17)</sup> Ebend. III, 5. (1848) — <sup>18)</sup> Ebend. 46. — <sup>19)</sup> Chem. Soc. Qu. J. III, 24. (1851)
- S. 17. <sup>20)</sup> R. Soc. Edinb. Trans. XII, 222. (1834)
- S. 18. <sup>21)</sup> Phil. Trans. 1849, 349.
- S. 19. <sup>22)</sup> O. E. Meyer, Pogg. Ann. CXXVII, 253. (1866) — <sup>23)</sup> Lothar Meyer, Lieb. Ann. Suppl. V, 129. (1867) — <sup>24)</sup> *On the diffusion of liquids.* Phil. Trans. 1850, 1 und 805, und 1851, 483. Auch Gegenstand der am 20. Dec. 1849 gehaltenen *Bakerian Lecture.* Lond. R. Soc. Proc. V, 897.
- S. 21. <sup>25)</sup> Drevermann, Lieb. Ann. LXXXIX, 11. (1854) — <sup>26)</sup> *On osmotic force.* Phil. Trans. 1854, 177. Auch Gegenstand der am 15. Juni 1854 gehaltenen *Bakerian Lecture.* Lond. R. Soc. Proc. VII, 83.
- S. 24. <sup>27)</sup> *On the Comparative Value of certain salts for rendering Fabrics Non-inflammable by* Fred. Versmann and Alph. Oppenheim. London 1859.
- S. 25. <sup>28)</sup> Phil. Trans. 1861, 373.
- S. 29. <sup>29)</sup> Chem. Soc. J. [2] II, 318. (1864)
- S. 30. <sup>30)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XII, 612. (1863)
- S. 31. <sup>31)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XII, 620. (1863)
- S. 33. <sup>32)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XV, 223. (1866)
- S. 35. <sup>33)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XV, 502. (1867)
- S. 36. <sup>34)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XVII, 212. (1869)
- S. 37. <sup>35)</sup> Lond. R. Soc. Proc. XVII, 500. (1869)







GUSTAV MAGNUS.

Geb. 2. Mai  
1802.

Gest. 4. April  
1870.

# G U S T A V M A G N U S.

---

NACH EINEM

AM 14. DECEMBER 1870

IN DER GENERAL-VERSÄMMLUNG

DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT

ZU BERLIN

GEHALTENEN VORTRAGE.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft  
zu Berlin“ III, 993. (1870)

## GUSTAV MAGNUS.

. . . . . *doctus fidelis,*  
*Suavis homo, facundus, suo contentus, beatus.*

Ennius.

Die gewaltigen Ereignisse des verflossenen Sommers, deren Zeuge wir gewesen sind, haben der Zeit Flügel geliehen, Monate sind ihrem Inhalte nach zu Jahren geworden; Alles, was sich vor dem deutschen Kriege begeben hat, scheint uns bereits einer entfernten Vergangenheit anzugehören. So auch der Tod des Mannes, dem dieser Nachruf gewidmet ist, obwohl noch kein Jahr verstrichen, seit sich das Grab über ihm geschlossen hat. Allein wie gross die Zahl und Mannichfaltigkeit der Erlebnisse, die wir hinter uns zurückgelassen, wir fühlen den herben Verlust, welchen die Deutsche chemische Gesellschaft erlitten hat, heute nicht weniger schmerzlich wie damals, als auf die erste Trauerkunde hin der Vorstand unseres Vereins zusammentrat und den Redner mit dem Auftrage betraute, das Leben und zumal die umfassende wissenschaftliche Thätigkeit des heimgegangenen Freundes den Mitgliedern der Gesellschaft an ihrem Stiftungsfeste in nicht allzueng umrahmtem Bilde vorzuführen.

Indem ich am heutigen Abend den mir gewordenen Auftrag erfülle, kann ich nicht umhin, dem Gefühle des Bedauerns Ausdruck zu geben, dass die schöne Aufgabe, die hier vorlag, nicht in bessere Hände gefallen sei. Mehr als

einmal, während ich das Material für ihre Lösung sammelte, ist mir der Gedanke peinlich nahe getreten, wie wenig ich dieser Aufgabe gewachsen war. Obwohl seit langer Zeit in vielfachen Beziehungen mit Magnus, bin ich doch erst in den letzten Jahren so glücklich gewesen, in der Vertrautheit täglichen Verkehrs die ganze Fülle der edlen Eigenschaften dieser reich angelegten Natur kennen zu lernen. Wieviel treffender würde das Bild des Mannes geworden sein, wenn die Hand eines Jugendfreundes den Griffel geführt hätte! Auch bin ich nicht ohne Sorge, dass es mir sehr unvollkommen gelungen ist, den wissenschaftlichen Leistungen unseres Vereinsgenossen in ihrem ganzen Umfange gerecht zu werden. Die Jugendarbeiten von Magnus gehören allerdings fast alle dem Gebiete der Chemie an, aber schon frühzeitig zieht er die Physik mit in den Kreis der Betrachtung, um sich bald fast ausschliesslich mit physikalischen Untersuchungen der verschiedensten Art zu befassen. Wohl bin ich nach Kräften bemüht gewesen, meinem Freunde auf den vielverschlungenen Pfaden seines grossen Forschergebietes, wenn auch oft nur in bescheidener Entfernung, zu folgen. Allein wieviel richtiger würden die zahlreichen von Magnus in allen Zweigen der Physik gesammelten Erfahrungen verzeichnet worden sein, wie ganz anders hätte der Einfluss dieser Erfahrungen auf den Fortschritt der Wissenschaft im grossen Ganzen in das rechte Licht treten müssen, wenn die Schilderung von einem seiner physikalischen Fachgenossen übernommen worden wäre! Zwar kann der Verfasser nicht dankend genug die freundliche Bereitwilligkeit rühmen, welche bei den Vorarbeiten zu dieser Skizze seinem lückenhaften Wissen und seinem mangelnden Verständniss allerseits zu Hülfe gekommen ist, und mit welcher so Viele, die Magnus im Leben näher standen, in den Kranz der Erinnerung, den wir ihm flechten, gerne ein Blatt mit eingelegt haben; allein er giebt sich gleichwohl der Hoffnung hin, dass sich recht

bald eine berufenere Hand finden möge, welche, was hier nur lose gefügt und kaum mehr als andeutungsweise geboten werden konnte, zu einem dauerhaften, scharfumrissenen Bilde vereine!

Die Geschichte eines Gelehrten ist die Geschichte dessen, was er gelehrt hat. Nur in wenigen Fällen berichtet sie von seltsam verwickelten Lebensschicksalen, von gewaltigen Ergebnissen, welche die Phantasie mächtig bewegen. Je ernster ein Leben dem Dienste der Wissenschaft geweiht ist, um so einfacher gestaltet es sich in seinem äusseren Verlaufe. Auch das Leben unseres Freundes Magnus, wie zahlreich immer die Fäden, die es in mannichfaltigster Weise mit Menschen und Dingen verknüpfen, ist ein solches ruhig dahinfließendes Gelehrtenleben gewesen. Was ich davon aus eigener Erfahrung weiss, was mir Andere mitgetheilt haben, will ich in wenige Worte zusammenfassen.

Heinrich Gustav Magnus wurde am 2. Mai 1802 in Berlin geboren, wo sein Vater, Johann Matthias, gegen Ende des vorigen Jahrhunderts ein grosses Handlungshaus begründet hatte. Gustav war der vierte von sechs Brüdern, von denen der älteste, Martin, ihm vor kaum Jahresfrist vorangegangen ist. Es war dies der durch seinen hochherzigen Wohlthätigkeitssinn ausgezeichnete Banquier von Magnus, der Vater des gegenwärtigen Chefs des Hauses sowie des ehemaligen preussischen Gesandten in Mexico, dessen edle Haltung in der Tragödie von Queretaro noch frisch in dem Gedächtnisse Aller lebt. Der einzige Bruder, welcher Gustav überlebt hat, ist der Maler Eduard Magnus, — mögen ihm, der Kunst und seinen Freunden zu Frommen, der Jahre noch viele geschenkt sein<sup>1)</sup>! Ihm danken wir es, dass diesem Gedenkblatte auch der künstlerische Schmuck nicht fehle; die unvergleichliche Bleistiftzeichnung, welche ich Ihnen reiche, ist von seiner Hand, — welche andere hätte die Züge des geliebten Bruders treuer wiedergegeben? Dieses

wunderbar ähnliche Portrait, welches unsern Freund im glücklichsten Augenblicke auffasst, ist eigens für die Feier dieses Abends gezeichnet worden<sup>2)</sup>).

Dass in einer Familie, aus der solche Männer hervorgegangen sind, die reichen Mittel, welche zur Verfügung standen, mit liebevollster Sorgfalt für die körperliche und geistige Entwicklung der Kinder verwendet wurden, versteht sich von selbst. Es war eine glückliche Jugend, welche die Knaben in dem Magnus'schen Hause verlebten. Der Vater gestattete seinen Kindern die vollkommenste Freiheit der Bewegung, liess es aber gleichwohl schon frühzeitig an scharfer Beobachtung und sorglicher Pflege ihrer individuellen Begabung nicht fehlen. Gustav hatte, noch während er zunächst im elterlichen Hause und dann in Privatschulen unterrichtet wurde, mehr Neigung und Verständniss für die mathematischen und naturwissenschaftlichen als für die sprachlichen Lehrgegenstände kundgegeben; und dieselbe Vorliebe zeigte sich auch, als er mit seinem vierzehnten Jahre in das Friedrich-Werder'sche Gymnasium eingetreten war, in welchem den klassischen Sprachen vorwaltende Beachtung geschenkt wurde. Es wurde desshalb auch bald nach einer anderen Schule für den Knaben Umschau gehalten, und die Wahl fiel auf das damals neuentstandene Cauer'sche Institut, welches später von Berlin nach Charlottenburg verlegt wurde. Die Wahl dieses Instituts war eine glückliche, insofern dasselbe der Vorbereitung für die exacten Wissenschaften, für welche Gustav das lebhafteste Interesse bekundete, ganz besondere Berücksichtigung angedeihen liess. In der That hatte auch der neunzehnjährige Jüngling, als er nach mehrjährigem Aufenthalt in dieser Anstalt sich anschickte die Universität zu beziehen, bereits ausgebreitete Kenntnisse in der Mathematik und den Naturwissenschaften erworben, ohne desshalb die klassischen Studien geradezu vernachlässigt zu haben. Glücklich wie ihm die äusseren

Verhältnisse des Lebens lagen, war er über die Wahl des Berufes nicht lange zweifelhaft. Der Chemie und Physik sowie der Technologie, die ja eigentlich nichts anderes als die Verwerthung chemischer und physikalischer Erfahrungen im Dienste des Lebens ist, sollte fortan die ganze Kraft dieses lebhaften Geistes gewidmet sein.

Um diese Studien mit vollem Eifer aufnehmen zu können, hatte Gustav Magnus nur noch der allgemeinen Wehrpflicht zu genügen. Zu dem Ende trat er im Jahre 1821 als Freiwilliger in das damals in Berlin garnisirende Bataillon der Gardeschützen; die militairischen Erfahrungen, welche ihm der einjährige Dienst erwarb, sollten später, wenn auch nur auf kurze Zeit, eine kaum geahnte Verwerthung finden.

Im Jahre 1822 bezog unser junger Fremde die Universität seiner Vaterstadt, in deren Album er von dem zeitigen Rector, dem Historiker Professor Wilkens, am 2. November eingetragen wurde. Die Berliner Hochschule war damals kaum aus ihrer Kindheit getreten. Gestiftet in einer Periode, in welcher die Fremdherrschaft mit fast unerträglichem Drucke auf Deutschland lastete und die besten Kräfte der Nation ausschliesslich der Befreiung des Vaterlandes gewidmet waren, hatte unsere Universität noch nicht die nöthige Zeit gehabt, sich zu vollendeter Blüthe zu entfalten. Gleichwohl waren die Naturwissenschaften bereits durch hervorragende Männer vertreten. Was zunächst die Chemie anlangt, so war allerdings Klaproth schon mehrere Jahre todt; allein Hermbstädt, der neben Klaproth seit Stiftung der Universität den chemischen Studien vorgestanden hatte, war noch in voller Thätigkeit und hielt namentlich Vorlesungen über die Anwendung der Chemie auf Pharmacie, Agricultur und verschiedene Zweige der Industrie, zumal auf die Färbekunst. Auch war, sehr jung noch und nach kaum vollendeten Lehrjahren in Berzelius'scher Schule, Mitscherlich als ausser-

ordentlicher Professor bereits in seine ruhmreiche Laufbahn an unserer Hochschule eingetreten; endlich hatte sich Heinrich Rose fast zu derselben Zeit, als Magnus die Universität bezog, als Privatdocent für analytische Chemie habilitirt. Vertreter der Physik waren Paul Erman, Ernst Gottfried Fischer und Karl Daniel Tourte, die Alle bereits an der Universität seit ihrer Gründung wirkten und neben Vorlesungen über Experimentalphysik Vorträge über die einzelnen Disciplinen dieser Wissenschaft hielten. Professor der Mineralogie war Christian Weiss, ebenfalls Einer der bei der Stiftung der Universität Berufenen, und an seiner Seite lehrte schon als ganz junger Docent Gustav Rose<sup>3)</sup>, sein dereinstiger Nachfolger, den wir heute glücklich sind als einen der Vice-Präsidenten dieser Gesellschaft zu begrüßen. Wird schliesslich noch daran erinnert, dass die Zoologie in den Händen Lichtenstein's war, und dass Link an der Spitze der botanischen Studien stand, so wird man zugeben müssen, dass die neubegründete Hochschule, was glänzende Vertretung der verschiedenen Gebiete der Naturforschung anlangt, ihren älteren Schwestern in keiner Weise etwas nachgab.

Zu so glücklichen Bedingungen für die erfolgreiche Pflege der Naturwissenschaften gesellten sich aber in Berlin noch andere Mittel der Ausbildung, welche für die besondere Anlage unseres Freundes von grosser Anziehung sein mussten, andererseits aber auch auf die weitere Entwicklung dieser Anlage nicht ohne Einfluss bleiben konnten. Schon damals war Berlin wesentlich eine gewerbetreibende Stadt. Es waren zumal die tinctorialen Industrien mit den angrenzenden Gewerben, welche schwunghaft betrieben wurden; aber auch viele andere Zweige der Fabrikation, deren weitere Ausbildung seither Berlin zur ersten industriellen Stadt unseres Vaterlandes gemacht hat, waren bereits in ihren Anfängen vorhanden. Es vereinigte sich daher für denjenigen, welcher sich dem Studium der Naturwissenschaften in ihren Anwen-

dungen widmen wollte, in Berlin eine Summe von Anregungen, wie sie keine andere deutsche Universität zu bieten vermochte.

Für Gustav Magnus lag kein Grund vor, seine akademischen Studien zu übereilen, und so sehen wir ihm denn während der nächsten fünf Jahre abwechselnd chemische, physikalische und mathematische Vorlesungen besuchen. Nebenbei wird fleissig im Universitätslaboratorium gearbeitet und keine Gelegenheit versäumt, Erfahrungen auf dem Gebiete der Technik einzusammeln. Selbst die Ferien werden zu mineralogischen und technologischen Excursionen benutzt.

So eifrige Studien konnten nicht lange ohne Früchte bleiben. Schon im Jahre 1825 veröffentlicht Magnus seine erste Abhandlung, eine Arbeit über Pyrophore, welche er unter Mitscherlich's Leitung ausgeführt hat; zwei Jahre später sind weitere Versuche fertig, welche für die Doctor-dissertation benutzt werden können. Gegenstand derselben ist das Tellur, welches, obwohl schon 1782 von Müller von Reichenstein aufgefunden und später (1798) von Klaproth näher untersucht, gleichwohl wegen seiner Seltenheit noch sehr unvollkommen bekannt war. Für die Untersuchungen, welche Magnus ausgeführt hat, war ihm das kostbare Material mit grosser Liberalität von seinen Freunden Weiss und Heinrich Rose zur Verfügung gestellt worden. Die der philosophischen Facultät eingereichte Inauguraldissertation führt den Titel: *De tellurio*<sup>4)</sup>; die Promotion erfolgte am 14. September 1827.

Gustav Magnus hatte zu jener Zeit bereits die Absicht, sich an der Berliner Hochschule für das Fach der Technologie zu habilitiren; allein er wollte sich nicht durch Uebernahme bestimmter Pflichten binden, ohne zuvor behufs seiner weiteren Ausbildung noch andere Universitäten besucht zu haben. Der Mittelpunkt chemischer und physikalischer Forschung war damals Paris. Männer wie Gay-Lussac, Thenard, Chevreul, wie Dulong, Biot, Ampère, Savart standen auf der Sonnen-

höhe ihres Ruhmes; Dumas, obwohl sehr jung, hatte bereits seine Schwingen entfaltet. Auch lenkten die Jünger der Naturwissenschaften aus allen Ländern mit Vorliebe ihre Schritte nach der Weltstadt an der Seine, die ja nach so vielen anderen Richtungen hin gleichfalls grosse Anziehung übte. Für den jungen Chemiker gab es aber in jener Zeit noch einen anderen Schrein der Wissenschaft, dessen Zauber selbst mächtiger wirkte als die Verlockungen der französischen Hauptstadt. Der gewaltige Anstoss zur Fortentwicklung der Chemie, welchen Berzelius gegeben hatte, war bereits aller Orten fühlbar geworden, und schon waren seit mehreren Jahren strebsame junge Männer, zumal von Deutschland, nach Stockholm gepilgert, um unter den Augen des grossen schwedischen Meisters die Kunst der chemischen Forschung zu üben. Auch Gustav Magnus fühlte sich von der wissenschaftlichen Bewegung, die von Berzelius ausging, mächtig angezogen, und bereits im Jahre 1828, bald nach Erlangung der philosophischen Doctorwürde, sehen wir unsern jungen Freund dem nordischen Gelehrten als Schüler zu Füssen sitzen. Wohl war es nur ein kleiner Schülerkreis, der sich um Berzelins zu sammeln pflegte, aber welche Namen, um nur die Deutschen zu nennen, sind aus demselben hervorgegangen: Mitscherlich, Wöhler, Heinrich und Gustav Rose, Christian Gmelin, Magnus!

Die äusseren Mittel, welche die Stockholmer Akademie der Wissenschaften für den chemischen Unterricht bot, waren nichts weniger als reichlich bemessen. Wer hätte nicht von den primitiven Einrichtungen des Berzelius'schen Laboratoriums gehört, von den kleinen fast dürftig ausgestatteten Räumen, in denen der berühmte Forscher arbeitete, und von den einfachen bescheidenen Apparaten, mit denen er seine grossen Erfolge erzielte? Aber gerade diese Beschränkung der äusseren Verhältnisse war die Quelle der innigen Beziehungen, welche Berzelins mit seinen Schülern

pflegen konnte, und die sich weit über die Zeit des persönlichen Verkehrs hinaus erhalten haben. Gustav Magnus, der unter Berzelius' Leitung die schöne Arbeit über das Verhalten des Ammoniaks zum Platinchlorür ausführte, ward das Glück zu Theil, dem Meister besonders nahe zu treten. Aus diesem Verkehr hat sich später, wie aus den Briefen von Berzelius hervorgeht, ein warmes Freundschaftsverhältniss gestaltet, dessen Magnus stets in Ausdrücken der aufrichtigsten Liebe und Verehrung gedachte. Auch hat er, so lange er lebte, dem theuren Lehrer, dessen Büste seinem Arbeitstische gegenüberstand, ein dankbares Andenken gewidmet.

Wenn Magnus in erster Linie dem Zuge nach Norden gefolgt war, so durfte er doch auch die ausserordentlichen Hülfquellen, welche Paris für seine Zwecke bot, nicht ausser Acht lassen. In der That begegnen wir ihm daher bereits im darauffolgenden Jahre (1829) in der französischen Metropole. Dort werden mit Eifer die Vorlesungen von Dulong, The-nard und Gay-Lussac sowie anderen Gelehrten besucht. Mit besonderer Zuvorkommenheit wurde Gustav Magnus von Gay-Lussac aufgenommen, wie mir Professor Buff mittheilt, der zu jener Zeit Assistent bei Gay-Lussac war. Wohl mochte der grosse französische Forscher in dem jungen Deutschen schon damals den artverwandten Genius erkannt haben, der später seine schönsten Lorbeern gerade auf dem Gebiete ernten sollte, welches er selber seit Jahren mit Vorliebe bebaut hatte; gewiss aber ahnte Keiner von Beiden, dass auch später einmal eine heftige Fehde zwischen ihnen entbrennen sollte!

Nach Berlin zurückgekehrt, widmet sich Magnus von Neuem seinen experimentalen Studien. Es sind zumal Arbeiten auf dem Gebiete der mineralogischen Chemie, die ihn beschäftigen. Im Jahre 1831 endlich erfolgt die seit längerer Zeit beabsichtigte Habilitation an der Berliner Universität

zunächst für das Fach der Technologie, später auch der Physik; und nunmehr beginnt jene unermüdliche hingebende Lehrthätigkeit, welche Magnus zum Frommen einer unübersehbaren Reihe von Schülern, zum Glanze unserer Hochschule, zu seinem eigenen unvergänglichen Ruhme während eines Zeitraums von fast vierzig Jahren geübt hat.

Die Wahl des akademischen Berufs, selbst im günstigsten Falle, bleibt immer mehr oder weniger ein Experiment. Wie sorgfältig immer Einer die Vorbedingungen des Gelingens erfüllt zu haben glaubt, er muss stets auf ein Fehlschlagen seiner Erwartungen gefasst sein, und oft vergehen Jahre, ehe die letzten Zweifel beseitigt sind. Magnus ist auch hier wieder vom Glücke begünstigt. Gleich sein erstes Auftreten als Docent ist vom entschiedensten Erfolge begleitet. Aber welche Mühe, welche Sorgfalt verwendet er auch auf die Vorbereitung seiner Vorlesungen! Welche Anstrengungen werden gemacht, um die nöthigen Lehrmittel zu beschaffen! Eine technologische Sammlung ist nicht vorhanden. Mit unermüdlicher Ausdauer werden Wandbilder gefertigt, Modelle construirt, Mineralien und Präparate erworben. Kein Opfer an Kraft, Geld und Zeit ist ihm zu gross, wenn es gilt, eine Fabrikation in ihrem ganzen Verlaufe zur Anschauung zu bringen, d. h. dem Schüler die Materie, wie sie die Natur uns bietet, dann in allen Zwischenstadien der technischen Umbildung und schliesslich als fertiges Fabrikat vorzuführen, wie es im Dienste des Lebens zur Verwertung kommt.

An die technologischen Vorlesungen reihen sich schon nach kurzer Frist physikalische; und auch für sie ist Magnus ganz auf seine eigenen Hilfsquellen angewiesen. Maschinen, Apparate, Zeichnungen, alles, was zur Illustration physikalischer Vorlesungen erforderlich ist, wird von ihm aus eigenen Mitteln erworben, und er ist nie zufrieden, wenn er nicht das Aller- vorzüglichste erlangt hat. Er scheint dem Director in dem Vorspiele zum „Faust“ beizupflichten:

„Ein Mann, der recht zu wirken denkt,  
Muss auch das beste Werkzeug halten.“

Auf diese Weise wird der Grund zu dem prachtvollen physikalischen Cabinet gelegt, welches, als es sich durch Zahl, Auswahl und Vollendung der Instrumente bereits den schönsten Sammlungen der Welt an die Seite stellen konnte, von dem Staate erworben wird.

In diese Zeit fallen erneute Reisen in das Ausland, zumal nach Frankreich und England, welche theils die Erweiterung und Vervollständigung der Lehrmittel, theils die Auknüpfung neuer wissenschaftlicher Beziehungen austreiben. Einige dieser Reisen unternimmt Magnus in Gemeinschaft mit Friedrich Wöhler, welcher bis zum Anfange der dreissiger Jahre die chemische Professur an der Berliner Gewerbeschule bekleidete, und mit welchem er schon frühzeitig einen Freundschaftsbund für's Leben geschlossen hatte. Die Innigkeit dieses Verhältnisses kann nicht besser bezeichnet werden, als indem ich die Worte anführe, welche Wöhler dem Geschiedenen nachruft.

„Nicht ohne tiefe Bewegung“, sagt Wöhler in einem Briefe an den Verfasser dieser Skizze, „kann ich des freundschaftlichen Verhältnisses gedenken, durch das wir, Magnus und ich, seit 45 Jahren auf das Innigste und Treueste verbunden waren, und das in dieser langen Zeit auch nicht durch den geringsten Misston getrübt worden ist. Er war mein ältester, vertrautester und treuester Freund, der namentlich während unseres persönlichen Zusammenlebens, in den Jahren meines Aufenthaltes in Berlin, durch seinen klaren Verstand, seine Menschenkenntniss, seine weisen Rathschläge und dadurch, dass er mich in die anregenden Kreise seiner liebenswürdigen Familie, namentlich seines ältesten Bruders, des Banquiers, einführte und dort heimisch machte, von grossem Einfluss auf meine geistige Ausbildung gewesen ist.“

Die Zuneigung, welche uns Wöhler in so warmen Worten schildert, Wer könnte daran zweifeln, dass sie von Magnus mit gleicher Anfrichtigkeit, mit gleicher Herzlichkeit erwidert wurde? Unter den mir vorliegenden Briefen

an Wöhler finde ich einen, in welchem Magnus dieses Verhältnisses in warmen Worten gedenkt; der Brief ist nicht nur für seine Gesinnung sondern auch für seine Ausdrucksweise und zumal auch für seine Handschrift so charakteristisch, dass ich mir es nicht habe versagen wollen, ein Facsimile desselben herstellen zu lassen, welches ich die Mitglieder der Gesellschaft als Andenken anzunehmen bitte.

Hören wir, wie Magnus seinem Freunde gegenüber sich ausspricht:

„Es ist merkwürdig genug, wir leben seit 37 Jahren getrennt, haben uns in diesem mehr als ein Menschenalter umfassenden Zeitraum doch nur selten und immer nur auf kurze Zeit gesehen, und doch ist es mir, als unterhielte ich mich immer noch mit dem Wöhler von damals, als verständen wir uns noch gerade so wie damals. Es ist das eigentlich wunderbar, und ich habe mir oft überlegt, woher es wohl kommt. Haben wir uns Beide so wenig verändert, oder haben wir uns so gleichartig verändert, oder rührt es daher, dass wir die Gedanken, die uns eigentlich bewegen, nicht austauschen, unsere Unterhaltung nur auf der Oberfläche bleibt? Das Letztere möchte ich nicht annehmen! Ich glaube, es hat andere Gründe! Aber wozu so viel analysiren? Wir wollen froh sein, dass es so ist, wie es ist, und uns um das Warum nicht viel kümmern.“

Wir sehen aus diesem Briefe, dass der persönliche Verkehr Beider in späteren Jahren ein beschränkter war; allein wenn sie nur noch selten zusammentrafen, so versenkten sich ihre Gedanken um so lieber in die gemeinschaftlichen Erinnerungen ihrer Jugend. Magnus sprach oft und gern von der Zeit seines Zusammenlebens mit Wöhler, zumal von den grösseren Reisen, die er an der Seite des Freundes gemacht hatte, und wie frisch sich die Erlebnisse jener Zeit auch in Wöhler's Gedächtniss erhalten haben, davon mögen seine eigenen Worte — die ich, hoffentlich ohne dass mir mein verehrter Freund darob zürne, einem seiner Briefe an mich entnehme — beredtes Zeugniß geben.

„Mit Vergnügen“, sagt Wöhler in diesem Briefe, „werde ich mich stets der gemeinschaftlichen Reise erinnern, welche wir, Magnus, sein jüngerer Bruder der Arzt und ich, im Jahre 1835 durch England machten. Auch Heinrich Rose war damals drüben. Wir besuchten viele technische Etablissements in Worcester, Birmingham, Manchester; auch nach Liverpool fuhren wir, und zwar auf der Eisenbahn, der ersten, die unser Erstaunen erregte, und die noch die einzige in England war. Faraday, der uns auf das Liebenswertigste aufnahm und uns persönlich in mehrere Fabriken führte, hatte uns mit Empfehlungen versehen. Als wir ihn zum ersten Male in dem Laboratorium der *Royal Institution* besuchten, kam noch das Komische vor, dass er mich für den Sohn des ihm als Chemiker bekannten Wöhler hielt, weil ich wegen meiner Dünnhheit noch sehr jung aussah. In London besuchten wir auch den schwerhörenden Prout, in Manchester den alten Dalton. Magnus blieb damals länger in England, als es mir möglich war; ich machte daher auch die Rückreise allein. . . .

„Nicht minder interessante Eindrücke sind mir von einer Reise, die ich schon ein Jahr früher mit Magnus durch Frankreich gemacht hatte, und namentlich von einem mehrwöchentlichen Aufenthalt in Paris geblieben. Unser Hauptzweck war, Fabrikationen aller Art, besonders die chemischen, kennen zu lernen, wobei der unvergessliche Pelouze, damals noch Assistent von Gay-Lussac, unser treuer Führer war. Ausserdem machten wir die Bekanntschaft aller damaligen Notabilitäten der Wissenschaft, von denen wir junge Bursche mit vieler Artigkeit behandelt wurden, wozu freilich auch der Umstand beitragen mochte, dass ich mit den beiden Brongniart's sehr befreundet war von der dreimonatlichen Reise her, die ich mit ihnen und Berzelius in Schweden und Norwegen gemacht hatte. Lebhaft erinnere ich mich der vielen Gesellschaften und Dinners, zu denen wir geladen wurden, und die durch die berühmten Namen der Gäste und deren geistvolle Unterhaltung uns das grösste Interesse gewährten; so z. B. eines glänzenden Dinners bei Thenard in Gesellschaft von Ampère, Arago, Chevreul, Dumas und Pelouze, eines anderen bei Dulong mit Lassaigue u. A., eines zu Chatillon bei Gay-Lussac mit Arago und Thenard;

eines bei Alexander Brongniart zu Sèvres, ferner bei Adolph Brongniart, bei Dumas, der so freundlich war, uns eigenhändig seine neue Methode der Dampfdichtebestimmung zu zeigen. Auch einer Instituts-Sitzung wohnten wir bei; wir befanden uns unter dem zuhörenden Publicum, da bemerkte uns Gay-Lussac und lud uns ein, bei den Mitgliedern Platz zu nehmen, — eine kleine Verlegenheit für uns, da wir auf zwei ziemlich isolirt stehenden Stühlen nun der Gegenstand der Aufmerksamkeit des Publicums wurden.“

Wohl durften wir bei den schönen Erinnerungen, welche die beiden Freunde mit aus Frankreich bringen, einen Augenblick verweilen. Magnus und Wöhler sind nicht die einzigen deutschen Naturforscher gewesen, welche sich einer so herzlichen Aufnahme seitens ihrer französischen Collegen erfreut haben. Von den zahlreichen Jüngern der Wissenschaft, die auch in unserer Zeit alljährlich nach Paris gepilgert sind, Wer gedächte nicht mit lebhaftem Danke seines Verkehrs in den dortigen Gelehrtenkreisen, und Wer hätte es nicht erfahren, dass gerade die hervorragenden Männer es sich am meisten angelegen sein liessen, ihm den Aufenthalt in der fränkischen Hauptstadt erfreulich, weil fruchtbringend, zu machen? Wohl dürfen wir uns dieses gastlichen Entgegenkommens der Physiker und Chemiker Frankreichs in einer Stunde erinnern, in welcher der frevelhafte Uebermuth eines verblendeten Theiles der Franzosen uns das Schwert in die Hand gedrückt hat und ein furchtbarer Krieg die beiden Nationen auf Jahrzehende zu entfremden droht. Hoffen wir, dass die Freundschaft zwischen den französischen und deutschen Naturforschern den Sturm bestehe, dass der goldene Friede die gelockerten Bande bald von Neuem schürze, und dass es die Wissenschaft sei, auf deren Boden Deutschland und Frankreich zuerst sich wiederfinden!

Aehnliche grössere Reisen, wie sie uns in den angeführten brieflichen Mittheilungen so anmuthig von Wöhler's Feder skizzirt worden, hat Magnus fast regelmässig in den

langen Sommerferien unternommen. Neben wissenschaftlichen Zwecken, die niemals ganz in den Hintergrund traten, wurden andere Ziele verfolgt. Das Auge unseres Freundes, welches für alles Schöne geöffnet war, erfreute sich mit besonderer Vorliebe an den Wundern der Alpenwelt. Dort war es, wo er stets nach längerer Arbeit Erholung suchte. Und solche Erholung war ihm nach den Anstrengungen, die er sich auferlegte, wohl zu gönnen. Die mit jedem Semester erfolgreicher sich gestaltende akademische Thätigkeit, welche ihm bereits im Jahre 1834 eine ausserordentliche Professur an der Universität erworben hatte, würde eine minder ausgiebige Arbeitskraft, als sie Magnus besass, vollkommen in Anspruch genommen haben; er findet gleichwohl noch Zeit für mannichfaltige wissenschaftliche Untersuchungen. Die mit C. F. Ammermüller gemeinschaftlich ausgeführten Versuche über eine neue Oxydationsstufe des Jods, die Untersuchungen über die Einwirkung der Schwefelsäure auf den Alkohol, die Temperaturbestimmungen in dem Bohrloche von Pitzpühl, die Arbeit über die Blutgase, auch schon mehrere kleinere physikalische Abhandlungen fallen in jene Zeit. Seine wissenschaftliche Stellung ist bereits in dem Maasse anerkannt, dass ihn die Berliner Akademie der Wissenschaften am 27. Januar 1840 zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Klasse erwählt.

Das Jahr 1840 war überhaupt für Gustav Magnus ein Jahr des Glücks. Der Frühling desselben bescheert ihm die liebenswürdigste Lebensgefährtin. Am 27. Mai knüpft er mit Bertha Humblot, der Tochter einer der französischen Colonie zu Berlin angehörenden hochangesehenen Familie, das Band der Ehe. Zwei einander ergänzende Seelen haben sich gefunden, und aus ihrem Bunde entfaltet sich jene köstliche Häuslichkeit, deren duftiger Zauber Alt und Jung in gleichem Grade fesselt. Bald wird das liebenswürdige Paar der Mittelpunkt eines bewegten geselligen Lebens,

dem edle Kräfte aus den verschiedensten Kreisen der Gesellschaft zuströmen, und welches sich mit jedem Jahr, zumal auch, als zwei blühende Töchter und ein trefflicher Sohn heranwachsen, reicher und mannichfaltiger gestaltet. Wer immer, dem es vergönnt war, in diesem gastlichen Hause zu verkehren, erinnerte sich nicht mit lebhaftem Interesse jener glänzenden und doch so zwanglosen Soiréen, in denen sich eine Menge von Elementen zusammenfand, die sonst vielleicht nur selten zueinander in Beziehung traten, in denen zumal auch fremde Gelehrte, die sich in Berlin aufhielten, niemals fehlten? Wer, wenn er zu den näheren Freunden dieser edlen Familie zählte, gedächte nicht mit freudiger Bewegung jener anmuthigen Vereinigung *en petit comité* auf der Veranda oder jener köstlichen Sommerabende in dem Garten hinter dem Kupfergraben? Der Verfasser dieser Skizze rechnet es zu den schönsten Gewinnsten seines Lebens, dass er, obwohl ein Spätkommender, noch in diesem Kreise hat heimisch werden dürfen, und er ist glücklich, dass ihm die Gunst des Geschickes gestattet, an dieser Stelle dem Gefühle seiner Dankbarkeit für die freundschaftliche Aufnahme, welche ihm, wie so vielen Anderen, in dem gastlichen Magnus'schen Hause zu Theil ward, einen warmen Ausdruck leihen zu können.

Wir haben unsern Freund auf die Höhe des Lebens begleitet, und wir erfreuen uns jetzt der schaffenden Thätigkeit, welche ihm während dreier Jahrzehende auf dieser Höhe vergönnt ist. Nach allen Richtungen wird diese Thätigkeit geübt, sei's im Dienste der Wissenschaft oder als Lehrer, sei's im Verhältniss zu den Seinigen oder im Kreise der Freunde, sei's endlich dem grossen Gemeinwesen gegenüber; — sein Leben ist wie ein mächtiger aber ruhig dahinfließender Strom, an dessen Ufern die Menschen gerne siedeln, der auf seinem Laufe überall erfrischt und befruchtet.

Ich versage mir's, schon jetzt im Einzelnen der grossen Forschungen des Mannes zu gedenken, welche diesem langen Zeitabschnitte angehören; werden sie doch in dem Gesamtbilde seiner wissenschaftlichen Leistungen, welches ich Ihnen vorzuführen gedenke, eine geeignete Stelle finden. Nur soviel sei hier bemerkt, dass die Mehrzahl derselben bereits physikalische Fragen behandelt, und dass hier gerade seine berühmtesten Arbeiten zu verzeichnen sind; so die Versuche über die Ausdehnung der Gase, welche in den Anfang der vierziger Jahre fallen, so die spätere Untersuchung über die Abweichung der Geschosse, so endlich die zweite lange Reihe von Forschungen auf dem Gebiete der Wärmelehre, denen die letzten zehn Jahre seines Lebens gewidmet sind.

Inmitten dieser herrlichen Erfolge des Naturforschers tritt die Aufgabe des akademischen Lehrers keinen Augenblick in den Hintergrund. Zwar hat Magnus zeitweise noch andere Lehramter bekleidet; so war er ganz im Anfang seiner Laufbahn einige Zeit an Stelle seines abwesenden Freundes Wöhler an der städtischen Gewerbeschule als Lehrer der Chemie thätig, so hat er von 1832—40 an der vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule Physik und von 1850—56 an dem Gewerbe-Institut chemische Technologie vorgetragen, allein seine besten Kräfte sind stets dem Dienste der Universität gewidmet gewesen. Im Jahre 1845 war er als Ordinarius in die philosophische Facultät eingetreten. Auf seine eigentliche Lehrthätigkeit konnte diese veränderte Stellung nur geringen Einfluss üben. Die Sorgfalt, welche er längst der philosophischen Durchbildung sowohl als der experimentalen Ausstattung eines jeden Vortrages zu widmen pflegte, der Eifer, mit dem er die alljährliche Erneuerung seiner Vorlesungen im Geiste der fortschreitenden Wissenschaft anstrebte, der Beifall endlich, den diese Vorlesungen in immer grösseren Schülerkreisen fanden, hätten nicht leicht eine Steigerung erfahren können. Wohl aber tritt das Ord-

nariat mit neuen Anforderungen an ihn heran, welchen er alsbald mit gewohnter Pflichttreue gerecht wird. In den Berathungen der Facultät verschaffen ihm Leichtigkeit im Verkehr mit den Menschen und vollendete Geschäftskennntniss schnell eine gewichtige Stimme, welcher man gern — auch in Fragen, die weit über die enge Umgrenzung des Faches hinausgehen — Gehör schenkt, und seine Ansicht findet um so leichter Eingang, als jedwedes ehrgeizige Streben nach etwaiger Führerschaft dem Mame fernliegt und Niemand die Lauterkeit seiner Absichten bezweifelt. Drei Mal, in den Jahren 1847, 1858 und 1863, betraut ihn die Facultät mit dem Decanat, und noch im Sommer 1869 soll er zum vierten Male durch diese Würde ausgezeichnet werden, allein im Interesse seiner wissenschaftlichen Arbeiten lehnt er die Ehre dankend ab. Schon im Jahre 1861 war er als Rector Magnificus aus der Wahlurne des Professoren-Collegiums hervorgegangen.

Die seltene Vereinigung glücklicher Gaben, welche einen so vielseitigen Einfluss auf die Geschicke unserer Hochschule ausübte, kam jeder Arbeit zu Gute, an der sich Magnus aus Wahl oder Beruf betheiligte. Zu dem Stolze, mit welchem die Akademie der Wissenschaften die reichen Ergebnisse seiner Forschungen in ihren Monatsberichten und Denkschriften verzeichnet hat, gesellt sich die Dankbarkeit für langjährige wichtige Dienste, welche er derselben in geschäftlicher Beziehung geleistet, und zumal für die Zeit und Kraft, welche er als Vorsitzender des Finanzcomité's ihren Angelegenheiten gewidmet hat. Es war Magnus, der nach dem Tode Alexander von Humboldt's die erste Anregung zu der schönen Stiftung gab, welche den Namen des grossen Naturforschers trägt, und wenn heute die Akademie über eine ansehnliche Summe verfügt, welche für die Förderung der Naturforschung in Humboldt's Sinne alljährlich verwendbar ist, so gebührt ihm auch hier wieder der Ruhm,

dass ein so schöner Erfolg im Wesentlichen durch seine unverdrossene Hingebung erzielt worden ist. Auch der Verein für die Beförderung des Gewerbflusses in Preussen, dem er während einer langen Reihe von Jahren als Mitglied der Section für Physik und Chemie angehörte, hat vielfach Gelegenheit gehabt, seine Dienstwilligkeit und Arbeitskraft schätzen zu lernen. In ähnlicher Weise ist er als Einer der Zwölfe der Gesellschaft naturforschender Fremde viele Jahre hindurch an den Arbeiten dieses wissenschaftlichen Vereins betheiligt gewesen.

Wie sehr überhaupt die Thätigkeit unseres Freundes nach den verschiedensten Richtungen hin ausgebeutet worden ist, davon liessen sich noch viele Beispiele anführen. Freilich waren ihm auch manche der Missionen, die er zu erfüllen hatte, ganz erwünscht, da sie die grossen Zwecke, welche er verfolgte, förderten, nicht selten für Erreichung derselben unumgänglich nöthig waren; so die verschiedenen Sendungen nach London und Paris, zu den Weltansstellungen von 1851 und 1862, von 1855 und 1867, bei denen allen er als Mitglied der Beurtheilungscommission thätig war; so zu Ende der vierziger Jahre die Hinzuziehung zu den chemischen Berathungen des Landes-Oekonomie-Collegiums; so 1869 die Berufung in den für die Reorganisation des Gewerbe-Instituts ernannten Studienrath; so 1863 die Ernennung zum Mitgliede des Curatoriums der in Berlin begründeten Bergakademie; so endlich 1865 der Auftrag, Preussen bei der in Frankfurt a. M. tagenden deutschen Maass- und Gewichts-Conferenz zu vertreten. Die Berathungen dieser Conferenz endeten bekanntlich in dem Vorschlage, das metrische System in Deutschland einzuführen, und Magnus hat die Freude erlebt, — allerdings erst nachdem die schneidige Pflugschaar von 1866 den Boden durchfurcht hatte — die Saat, die er mit hatte aussäen helfen, zu gedeihlichem Wachstume sich entfalten zu sehen.

Eine der letzten grösseren Aufgaben, vielleicht die letzte, an der sich Magnus betheiligte hat, ist die Gründung der Gesellschaft gewesen, deren Stiftungsfest wir heute zum dritten Male begehen. Das warme Interesse, welches er von dem ersten Augenblicke an unseren Bemühungen gewidmet hat, wie uns zu jeder Zeit und zumal bei Feststellung unserer Statuten sein bewährter Rath zur Seite stand, wie er der Gesellschaft die Wege ebnete, indem er ihr den Glanz seines Namens lieh, und wie er noch eine der letzten Früchte seiner Forschung in unseren Archiven niedergelegt hat — Alles dies ist noch frisch in unserem Gedächtniss.

Und dieselbe unermüdete Werkthätigkeit, mit der sich der unvergleichliche Mann den Aufgaben des öffentlichen Lebens hingibt, bekundet er auf das Bewundernswürdigste auch in seinem ausgebreiteten Verkehr mit den einzelnen Menschen. Die Ergebnisse seiner tief eingehenden Studien auf den verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, seine umfassenden Kenntnisse in allen Zweigen der Industrie und der Gewerbe, die reichen Schätze seiner vielseitigen Lebenserfahrung ist er stets eifrig bemüht, im Interesse seiner Mitmenschen zu verwerthen. Was Magnus gerade in dieser Beziehung seinen Freunden und selbst Solchen, die ihm fern standen, gewesen ist, es würde schwer sein, den richtigen Ausdruck dafür zu finden, allein die Erinnerung daran ist in vielen dankbaren Herzen verzeihnet. Ein unbegrenztes Wohlwollen war in der That der Hauptzug in dem Charakter des Dahingegangenen, der sich auch alsbald in seiner ganzen äusseren Erscheinung und zumal in seiner Gesichtsbildung aussprach. Gustav Magnus war einer jener Menschen, deren Antlitz den Glanz der Seele wiederstrahlt. Wer immer in dieses treue Auge geschaut hatte, der konnte nicht zweifeln, dass in der Brust des Mannes ein Herz voll Liebe für die Menschheit schlug. Des Glückes, welches ihm schon als

Knabe gelächelt hatte, das ihm im Kreise seiner Familie blühte und später die Palme des Ruhmes reichte, wie gerne hätte er die ganze Welt desselben theilhaftig gemacht!

Seinen schönsten Ausdruck findet dieses dienst- und opferwillige Wohlwollen im Verkehr mit seinen Schülern. Für sie hat er immer Zeit, insbesondere wenn es sich darum handelt, dem guten Willen zu Hülfe zu kommen. Schon unmittelbar nach der Vorlesung steht er zu jedweder Erläuterung seinen Zuhörern zur Verfügung, und selbst auf dem Heimweg von der Universität nach dem Kupfergraben werden nicht selten einem jugendlichen Begleiter Missverständnisse erklärt, Zweifel beseitigt. In noch höherem Grade aber erfreuen sich diejenigen, die unter seinen Auspicien die Kunst des Forschens üben, seiner nie müdewerdenden Theilnahme, seiner unerschöpflichen Rathschläge, seiner wirksamsten Unterstützung; stundenlang bespricht er mit dem Einzelnen das Wesen der zu lösenden Aufgabe, erörtert er die zu Gebote stehende Literatur — zu welchem Ende seine prachtvolle Bibliothek dem jungen Forscher mit vollendeter Liberalität jeder Zeit geöffnet ist —, erklärt er die Methode des Versuches, hilft er ihm bei der Zusammensetzung der Apparate; selbst der Sonntagmorgen ist ihm nicht zu lieb, wenn es gilt, die Arbeit eines seiner Laboranten zu fördern. Wie vielen strebsamen jungen Geistern ist Magnus auf diese Weise ein zuverlässiger Rathgeber, ein väterlicher Freund und Führer gewesen! Und wie im Laufe der fröhlichen Studienjahre, so in der ernsten Stunde des Examens. Der Verfasser dieser Skizze hat vielen dieser Prüfungsacte seines Collegen beigewohnt, und er ist sicher, Jeder wird ihm beipflichten, wenn er behauptet, dass es schwer wäre, sich einen lebenswürdigeren Examinator vorzustellen. Nicht dass er dem Candidaten etwas geschenkt hätte! Die Anforderungen, welche er stellt, sind nicht gering; aber er besitzt die wunderbare Gabe, schliesslich immer das Gebiet ausfindig zu machen, auf

welchem der Candidat wenigstens einigermaassen zu Hause ist. Dies gelingt allerdings oft erst nach vielfältigem Umherfragen; so viel aber steht fest, wenn Magnus aus einem Candidaten nichts herausbringen kann, so ist überhaupt nichts herauszubringen. Und weit über den persönlichen Verkehr auf der Hochschule, weit über das Examen hinaus erstreckt sich dieses theilnahmvolle Interesse für seine Schüler. Wie Vielen hat er auch nach Jahren noch eine hülfreiche Hand geliehen, wie Viele verdanken seinen ausgebreiteten Beziehungen die Grundlage oder die gedeihliche Entwicklung ihrer späteren Existenz! Aber mit welcher Liebe hängen ihm dafür auch seine Schüler an, wie versäumen sie keine Gelegenheit, dem gefeierten Lehrer ihr Vertrauen, ihre Zuneigung zu bezeugen! Und nicht nur im engeren Schülerkreise ist Magnus Gegenstand dieser Verehrung; dieselbe Gesinnung wird ihm von den Studirenden im Allgemeinen entgegengebracht. Wenige Universitätslehrer haben sich in höherem Maasse einer wohlverdienten edlen Popularität erfreut als Magnus. Auch hat sich dieselbe in mannichfaltiger Weise bekundet. Nur ein Beispiel soll hier Erwähnung finden. Während der politischen Wirren, welche den stürmischen Märztagen folgten, hatten sich die Berliner Studenten zu einer akademischen Legion vereinigt. Es war Magnus, den sie mit der militairischen Organisation betrauten, und den sie zu ihrem Befehlshaber erwählten, bei welcher Gelegenheit ihm die soldatischen Traditionen seines Freiwilligenjahres trefflich zu Statten kamen.

Dieselben lebenswürdigen Eigenschaften, welche ihm die Herzen der Jugend in so hohem Maasse gewinnen, bethätigen sich auch, unter welchen Bedingungen immer er mit den Menschen in Beziehung tritt. In der grossen Gesellschaft verkehrt er mit dem Bewusstsein eines Mannes, dessen Ansicht mit Spannung gehört wird, und von dem man in schwierigen Fragen den Ausschlag erwartet; in jedem seiner

Worte, in jeder seiner Bewegungen giebt sich das feine Maass des vollendeten Weltmannes zu erkennen; allein die Sicherheit seines Auftretens verhindert nicht, dass sich in seinem ganzen Wesen wieder eine gewinnende Bescheidenheit ausspricht, welche auch den Schüchternsten mit Zuversicht erfüllt. Und die Herzensgüte, welche sich im Kreise Gleichgestellter als wohlwollende Theilnahme kundgiebt, sie nimmt dem Minderbegünstigten gegenüber die Form der edelsten Wohlthätigkeit an, einer Wohlthätigkeit, für welche die reichen zur Verfügung stehenden Mittel keine Grenze sind, und von deren Umfang Wenige eine Ahnung haben.

Dass ein Mann, dessen Interessen sich nach so mannichfaltigen Richtungen erstreckten, und bei dem überdies die höchste Begabung mit dem edelsten Charakter gesellt war, in persönlichem Verkehr zu vielen berühmten Männern seiner Zeit gestanden haben müsse, Wer könnte daran zweifeln?

Um zunächst von den Fachgenossen zu sprechen, so waren Physik und Chemie mit den angrenzenden Wissenschaften in Berlin während der mittleren Decennien des Jahrhunderts neben Magnus durch eine Reihe hervorragender Gelehrten vertreten; es brauchen nur Namen wie Mitscherlich, Heinrich und Gustav Rose, Dove, Ehrenberg, Poggendorff, Riess, Rammelsberg genannt zu werden. Von diesen waren die beiden ersten noch Magnus' Lehrer gewesen; in Mitscherlich's Laboratorium hatte er seine erste Experimentaluntersuchung ausgeführt; bei Rose war dem Verhältnisse zwischen Lehrer und Schüler schnell ein inniger Freundschaftsbund gefolgt; die vertrauten oder collegialischen Verhältnisse zu den Anderen stammen theilweise aus derselben, zumeist aber aus einer späteren Zeit. Und neben den eigentlichen Fachgenossen, wie gross war nicht im Schoosse der Akademie und der Universität die Zahl der ausgezeichneten Gelehrten in allen Zweigen der Wissenschaft, welche er zu seinen Freunden zählen durfte? Wenn ich von

den Todten Boekl's, Leopold von Buch's, Dirichlet's, Link's, Johannes Müller's gedenke, wenn ich unter den Lebenden Männer nenne wie Bancroft, Curtius, Droyesen, Gneist, Haupt, Lepsius, Olshausen, Trendelenburg und von den Jüngeren du Bois-Reymond und Leopold Kronecker, so ist mit diesen Namen die Liste der ihm Befreundeten noch lange nicht erschöpft. Und wie in Berlin, so in allen Theilen des Vaterlandes, so im Auslande. Der Beziehungen zu Wöhler ist bereits gedacht worden; in ähnlichem Verhältnisse stand Magnus zu Liebig, Bunsen, Henle, Wilhelm Weber, Buff, Kopp, Gustav Kirchhoff, Helmholtz und vielen Anderen. Unter seinen englischen Freunden ist zumal Faraday zu nennen, für den er eine unbegrenzte Verehrung hegte, und der ihn nicht minder schätzte<sup>5)</sup>, sowie Graham, mit dem er von Jugend auf vertraut gewesen war, endlich Tyndall, der längere Zeit unter seinen Auspicien gearbeitet hatte, und Warren De La Rue, mit dem er auf allen Ausstellungen zusammengetroffen war; in Frankreich sind es Dumas, Pelouze, Regnault und Kuhlmann, die ihm am nächsten standen. Auch an den Ufern des Genfer See's besass er in Auguste de la Rive einen altbewährten Freund. Mit Vielen von ihnen hat er einen mehr oder minder lebhaften Briefverkehr gepflogen.

Es ist hier nur der Beziehungen gedacht worden, in denen Magnus zu den wissenschaftlichen Zeitgenossen gestanden hat; allein seine Verbindungen, zumal in Berlin, erstreckten sich weit über die Gelehrtenkreise hinaus. Keine Schicht der Gesellschaft, in welche ihn nicht die vielseitigen Interessen, denen er nachging, zu der einen oder anderen Zeit geführt hätten, und so sehen wir ihn denn in lebendigem Verkehr mit ausgezeichneten Männern aus allen Ständen, mit Künstlern wie Felix Mendelssohn, Rauch, Stüler, mit Vertretern der Industrie und des Handels wie Werner

Siemens, Alexander und Paul Mendelssohn, Robert Warschauer, mit hohen Staatsbeamten wie Bendemann, Herzog, Krug von Nidda, Mac-Lean, Max und Richard v. Philipsborn und selbst mit Spitzen der Landesbehörden wie Bitter, Lehnert, von Bernuth, Graf Eulenburg, Camphausen, Delbrück.

Ich habe es versucht, Sie einen Blick in die vielbewegte Lebensthätigkeit unseres verewigten Fremdes thun zu lassen. Wenn man bedenkt, dass sich zu den unablässig fortgesetzten wissenschaftlichen Arbeiten, zu der unermüdlichen akademischen Wirksamkeit, zu den endlosen Anforderungen, welche ihm der mannichfaltige Verkehr mit Menschen und Dingen auferlegte, auch noch die Pflichten gesellten, welche er als Berather einer vielverzweigten Familie mit ebenso grosser Liebe als Treue erfüllte, so kann es nicht befremden, dass die ihm näher Stehenden staunten, wie es ihm immer gelang, solchen fast übermässigen Ansprüchen zu genügen, und dass seine Angehörigen oft in ihm drangen, das Maass seiner Kraft nicht zu überschätzen. Was ihm bei der Bewältigung so grosser Anstrengungen zu Statten kam, war eine felsenfeste Gesundheit, deren er sich von Jugend auf erfreut hatte, und die ihm auch bis in die späteren Lebensjahre treu geblieben war. Nur einmal, im Jahre 1862, hatte sich bei Magnus ein hartnäckiges Fussleiden eingestellt, welches auch das allgemeine Befinden zu beeinflussen begann und wegen seiner Dauer die Freunde einige Zeit mit Besorgnissen erfüllte. Allein nach einigen Monaten war es den Bemühungen der Aerzte gelungen, des localen Uebels Herr zu werden, und bald hatte die kräftige Natur des Mannes auch die letzte Spur von Krankheit überwunden. Die alte Lust an der Arbeit, die alte Arbeitskraft ist zurückgekehrt. Die während einiger Zeit zurückgelegten Forschungen werden wieder aufgenommen, neue werden begonnen und vollendet. Uner schöpflich sprudelt der Quell; jede gelöste Aufgabe ist der

Ausgangspunkt einer neuen Reihe von Aufgaben, deren Lösung alsbald mit fast jugendlicher Frische in Angriff genommen wird. Die Jahre scheinen spurlos an ihm vorüberzuziehen. Niemand ahnt, dass dieses schöne Leben gleichwohl unaufhaltsam mit raschen Schritten seinem Ziele entgegenleilt.

Der Herbst des Jahres 1869 führt Magnus auf einer seiner gewöhnlichen Ferienreisen wieder nach England. In London trifft er mit seinem alten Freunde Graham zusammen; wie wenig denken die beiden Männer, dass ihnen kaum mehr als eine Spanne Zeit vergönnt ist, dem einen nach Wochen, dem andern nach Monden bemessen! Aber in London ist seines Bleibens nicht, die ewige Jagd der merkmesslichen Stadt ist ihm drückend; dagegen erfreut er sich wieder des heiteren Treibens in Exeter, wohin er fast widerstrebend einigen Freunden zu dem *Meeting* der *British Association* gefolgt war, und wo er Gelegenheit findet, alte Beziehungen aufzufrischen, neue anzuknüpfen; allein er sehnt sich gleichwohl nach Ruhe, welche nur der Anblick der Natur gewährt. Diese Ruhe findet er am Gestade des Meeres auf der Insel Wight. Und nun sind ihm noch einige köstliche Wochen beschieden, die er, an der Seite seiner Gattin, umgeben von allen seinen Kindern, denen sich auch sein Schwiegersohn, Victor von Magnus<sup>6)</sup>, angeschlossen hat, Angesichts jener anmuthigen Uferlandschaften, wie sie in solcher Fülle die grüne Insel bietet, in traulicher Zurückgezogenheit verlebt.

Aber Reise und Aufenthalt in freier Luft haben ihm nicht mehr die gewohnte Erfrischung gebracht. Kaum nach Berlin zurückgekehrt, fühlt sich Magnus durch ernstliche Störungen seiner Gesundheit zum Oeffteren im Arbeiten behindert. Gegen Weihnachten haben sich diese Störungen in der Art vermehrt, dass sie den Seinigen Besorgnisse einflößen. Um so glücklicher sind seine Freunde, als sie ihn in den ersten Tagen dieses Jahres bei einer Feier, welche

die Glieder unserer Gesellschaft zu einem heiteren Festmahl vereinigte, mit gewohnter Frische den Vorsitz nehmen sehen. Allein es war ein letztes Anflechten dieses lebhaften Geistes, wie die Flamme noch einmal aufschlägt, ehe sie erlischt. Manche seiner Freunde haben ihn an jenem Abend zum letzten Mal gesehen. Was um noch folgt, ist traurig zu berichten. Noch Monate lang kämpft diese kräftige Natur gegen die andringende Krankheit. Mit einer Pflichttreue, welche den heftigsten Schmerzen gebietet, fährt Magnus fort, obwohl mit mehrfachen Unterbrechungen, seine physikalischen Vorlesungen zu halten. Am 25. Februar liest er zum letzten Male; aber er nimmt von seinen Zuhörern nicht Abschied, denn er hegt noch immer die Hoffnung, seine Vorlesungen wieder aufnehmen zu können. Doch es sollte nicht sein. Während des Monats März hat er sein Schmerzenslager kaum mehr verlassen, aber die Freiheit und Klarheit des Geistes ist ihm bis zuletzt geblieben. Mit der ruhigen Fassung, mit der heiteren Ergebung eines Philosophen sieht er sein Ende nahen. Am 4. April endlich ist das Ziel der Laufbahn erreicht.

Am 8. April haben wir Gustav Magnus auf dem Friedhofe der Dorotheenstadt zur Erde bestattet. Wer die ernstesten Männer kannte, welche in dichtgedrängtem Kreise das offene Grab umstanden, der konnte nicht zweifeln, dass der Heingegangene, den man zur letzten Ruhe bettete, in der Wissenschaft Grosses vollbracht hatte. Wer aber in die traurigblickenden Gesichter schaute und Augen, die wohl lange nicht mehr feucht gewesen, sich mit Thränen füllen sah, der wusste auch, dass der Todte neben dem Ruhme in der Wissenschaft noch einen anderen, höheren zurückliess, den Ruhm des hochherzigen Mannes, in dem Viele einen unersetzlichen, unvergesslichen Freund verloren hatten.

Gustav Magnus war am 2. Mai 1802 geboren. Wenige Wochen noch, und er würde sein 68. Jahr vollendet haben. Er war also der Marke nicht mehr fern, über welche das Leben nur Weniger hinausreicht. Wir dürfen nicht klagen!

Wohl schien diese kräftig angelegte Natur auf längere Dauer berechnet zu sein, wohl dürfte die Wissenschaft noch manche reiche Gabe von ihm erwarten, und die Schüler, die Freunde, wohl waren sie zu der Hoffnung berechtigt, sie würden noch lange Jahre seiner Lehre, seiner Freundschaft sich erfreuen! Dennoch weilt es uns auch wieder mit unendlichem Troste an, wenn wir den Forscher, in dem Vollgenuss seiner Körper- und Geisteskräfte die Wissenschaft beherrschend, wenn wir den Lehrer, ehe der Strom der Begeisterung verrauscht ist, den Freund, ehe sein Gefühl für uns am Froste des Alters erkaltet, in einem Worte, wenn wir den ganzen Mann vom Schauplatze abtreten sehen. So, als ganzer Mann, lebt Gustav Magnus in unserem Gedächtniss. Wir wollen nicht klagen!

Aber ob auch die Klage verstummt, so fühlen wir doch unaussprechliche Trauer bei dem Gedanken, dass er heimgegangen ist an dem Vorabende dieser grossen deutschen Zeit, und dass es ihm, dessen Herz stets so warm für das Vaterland geschlagen, nicht mehr vergönnt war, die wunderbare Bewegung zu schauen, welche unser Volk von Sieg zu Sieg geführt hat und — jeder Zweifel ist jetzt geschwunden — den langgeträumten Traum eines grossen, freien und einigen Deutschlands endlich zur Erfüllung bringen wird!

\* \* \*

Wenn wir die zahlreichen Forschungen überblicken, durch welche Gustav Magnus die Wissenschaft bereichert hat, so ist es zunächst die ausserordentliche Verschiedenartigkeit der von ihm behandelten Fragen, welche uns in Erstaunen setzt. Die Physiker sind gewohnt, Magnus als einen der

ihrigen zu betrachten, weil er sich während der letzten Decennien seines Lebens fast ausschliesslich mit Physik beschäftigt hat, und weil in der That der Schwerpunkt seiner Leistungen auf dem Gebiete dieser Wissenschaft liegt; sobald wir aber nur seine früheren Arbeiten in's Auge fassen und selbst diejenigen, welche sich bis in die Mitte seiner Laufbahn erstrecken, so würde man uns nicht bestreiten wollen, dass wir ihn mit ähnlichem Rechte zu den Chemikern zählen. Sind es nun schon der Forscher nicht Viele, welche das Gebiet der Chemie und Physik mit gleicher Sicherheit überschauen, so möchten wir diejenigen noch seltener begegnen, welche wie Magnus nicht nur diese beiden grossen wissenschaftlichen Gebiete nach den mannichfaltigsten Richtungen durchmessen, sondern sich auch in den verschiedensten Theilen derselben selbständig arbeitend versucht haben. Allerdings wird eine solche Vielseitigkeit nicht immer ohne Gefahr geübt, und mehr als einmal sehen wir Magnus eine neuerschlossene Fundgrube, lange ehe sie erschöpft, vielleicht gerade in dem Augenblicke verlassen, in dem das edle Gestein erst recht zu Tage tritt. Niemals aber beeinträchtigt diese Freude an der Mannichfaltigkeit den Werth der Arbeit. Wie gross das Gebiet der Forschung, welches er beherrscht, wo immer wir ihm begegnen, erkennen wir ihn an derselben zähen Ausdauer, mit der er den Erscheinungen folgt, an derselben unermüdlichen Gründlichkeit, die er für ihre Beobachtung einsetzt, an derselben unbestechlichen Wahrheitsliebe, mit der er das Ergebniss seiner Beobachtungen beschreibt. Obwohl stets die Erkenntniss der Vorgänge in ihrem Zusammenhange anstrebend, verschmäht er dennoch die vereinzelte Thatsache nicht, die er am Wege findet, wie unbedeutend sie erscheine, und wie wenig sie ihn vielleicht dem besonderen Ziele, das er erreichen will, näher bringe; er zweifelt nicht, dass der Augenblick naht, in welchem das gut Beobachtete für den Ausbau der Wissenschaft verwerthbar wird. Und

ob es die Ermittlung eines Gesetzes oder die Feststellung der geringfügigen Thatsache gilt, stets bewundern wir die Sicherheit und Eleganz der experimentalen Behandlung des Stoffes; in seiner versuchgeübten Hand vervielfältigen sich die Erscheinungen, mehren sich die Mittel zu ihrer Beobachtung, vereinfachen sich die Apparate zu ihrer Erkenntniss. So kommt es denn auch, dass seinen Arbeiten stets ein lebhaftes Interesse beiwohnt, selbst wenn die Lösung der Aufgabe, um die es sich handelt, nicht vollkommen gelungen wäre, oder die Auffassungen, zu denen sie geführt hatten, unter dem Drucke späterer Entdeckungen verändert worden sind.

Die wissenschaftliche Thätigkeit Gustav Magnus' umfasst einen Zeitraum von nicht weniger als 45 Jahren. Seine erste Abhandlung erschien im Jahre 1825, seine letzte im Laufe des Jahres 1870 kurz nach seinem Tode. Fast alle sind in Poggendorff's Annalen veröffentlicht, die Mehrzahl auch in den Monatsberichten, viele in den Denkschriften der Berliner Akademie der Wissenschaften. Der grossartige literarische Nachweis<sup>7)</sup>, welchen die *Royal Society* im Augenblicke herausgibt, der aber schon mit dem Jahre 1863 abschliesst, verzeichnet nicht weniger als 67 Abhandlungen von Magnus. Erwägt man, dass auch nach diesem Zeitpunkt die Thätigkeit des Forschers nicht einen Augenblick erlahmt ist, so erhellt, dass uns kaum mehr vergönnt ist, als die reiche Ausbeute dieser Arbeiten in dürftigsten Umrissen anzudeuten. Wir werden vielleicht unserer Aufgabe am meisten gerecht werden, wenn wir, von irgend welcher Ordnung der Zeitfolge nach absehend, die Untersuchungen ihrem Gegenstande nach in verschiedene Abschnitte zusammenfassen. Wir wollen zunächst unsere Aufmerksamkeit den chemischen Forschungen zulenken — welche ja für uns ein besonderes Interesse haben —, um alsdann, zu den physikalischen übergehend, die Arbeiten auf dem Gebiet der

Mechanik, der Elektrizität und schliesslich der Wärmelehre gesondert zu betrachten.

\* \* \*

Die Verschiedenartigkeit der von Magnus ausgeführten chemischen Untersuchungen bezeichnet alsbald die bereits gerühmte Vielseitigkeit des Forschers. Neben zahlreichen Aufgaben der reinen Chemie, sowohl der unorganischen wie der organischen, fesseln zumal die Anwendungen der Wissenschaft seine Aufmerksamkeit. Mineralogisch-chemischen Analysen folgt die Behandlung von Fragen aus der physiologischen Chemie, der Agriculturechemie, der chemischen Technologie.

Die erste kleine Arbeit <sup>8)</sup>, mit der Magnus hervortritt, gehört, wie bereits erwähnt, der unorganischen Chemie an; sie betrifft die Bildung metallischer Pyrophore und giebt alsbald zu einer Controverse Veranlassung. Schon desshalb, und weil sie sogleich die Eigenart des jungen Forschers treffend bezeichnet, müssen wir einen Augenblick bei derselben verweilen.

Bei Versuchen, aus Kobaltoxydul mittelst Wasserstoffgases metallisches Kobalt zu erhalten, welche Magnus in Mitscherlich's Laboratorium anstellt, zeigt es sich, dass das feinertheilte Metallpulver mit der Luft in Berührung gebracht zum Erglühen kommt. Bei einer Wiederholung des Versuchs wird die Erscheinung nicht wieder beobachtet, und es ergiebt sich schliesslich, dass nur das unreine, thonerdeshaltige Kobaltoxydul ein pyrophorisches Metall liefert. Analoge Wahrnehmungen werden bei dem Nickeloxydul und dem Eisenoxyd gemacht. Die Ursache dieses seltsamen Verhaltens ist nach Magnus die, dass die Beimengung der unschmelzbaren Thonerde das Zusammensintern des feinertheilten Metalles hindert. War diese Erklärung die richtige, so mussten auch die aus reinen Oxyden dargestellten Metallpulver ihre Selbstentzündlichkeit behalten, wenn das Zusammen-

sintern auf andere Weise vermieden wurde. In der That findet er denn auch, dass man nur die Reductionstemperatur möglichst niedrig zu halten braucht, um auch aus reinen Oxyden kräftige Pyrophore zu gewinnen, und er zeigt ferner, dass bei niedriger Temperatur dargestellte Metallpulver, welche sich bei dem Versuche als in hohem Grade selbstentzündlich erweisen, beim stärkeren Erhitzen alsbald alle pyrophorischen Eigenschaften verlieren.

Die Auffassung, zu welcher Magnus gelangt ist, wird in einem einige Monate später erschienenen Aufsätze von Professor F. Stromeyer<sup>9)</sup> auf das Entschiedenste bestritten. Dieser behauptet, dass die Selbstentzündlichkeit des bei niedriger Temperatur mittelst Wasserstoffs reducirten Eisens lediglich einer Beimengung von Eisenoxydul zuzuschreiben sei, welches höchst pyrophorische Eigenschaften besitze. Bei niedriger Temperatur werde das Eisenoxyd, dem jede pyrophorische Eigenschaft abgehe, theilweise zu Eisenoxydul reducirt, während die Reduction zu Metall erst bei hoher Temperatur erfolge. Gustav Magnus bleibt seinem Gegner die Antwort nicht lange schuldig. In demselben Hefte der Annalen, welches den Aufsatz von Stromeyer bringt, erscheint auch schon die Entgegnung<sup>10)</sup>, in welcher unzweifelhaft nachgewiesen wird, dass Eisenoxyd bei einer zwischen dem Siedepunkt des Quecksilbers und dem Schmelzpunkt des Zinks liegenden Temperatur im Wasserstoffstrom vollständig zu Metall reducirt wird, dass das so gewonnene Metallpulver in hohem Grade pyrophorisch ist, und dass es diese pyrophorischen Eigenschaften bei der Rothgluth einbüsst, ohne im Geringsten an Gewicht zu verlieren.

Auch die Versuche, die Magnus kurze Zeit darauf veröffentlicht, geben Veranlassung zu Erörterungen. Diesmal handelt es sich um die Natur der tiefblauen Flüssigkeit, welche sich bildet, wenn man Schwefel mit wasserfreier Schwefelsäure in Berührung bringt. Man war zweifelhaft,

ob dieselbe als eine eigenthümliche Oxydationsstufe des Schwefels oder als eine Lösung von Schwefel in Schwefelsäure zu betrachten sei. Magnus<sup>11)</sup> entscheidet sich für die letztere Auffassung: er erinnert daran, dass Müller von Reichenstein ein ganz ähnliches Verhalten bei dem Tellur wahrgenommen habe, welches sich mit prachtvoll rother Farbe, aber ohne Oxydation, in Vitriolöl löst, und zeigt schliesslich auch bei dem Selen eine ähnliche Löslichkeit im Vitriolöl, welches in diesem Falle eine schön grüne Farbe annimmt. Durch Zusatz von Wasser werden Tellur und Selen unverändert niedergeschlagen; erst bei längerem Verweilen in der verdünnten Säure werden sie unter Entbindung von schwefliger Säure oxydirt. Einwendungen, welche Fischer<sup>12)</sup> gegen diese Ansicht vorbringt, werden von Magnus durch einen quantitativen Versuch, welchen er mit Selen anstellt, beseitigt<sup>13)</sup>. Die in Lösung bleibende Menge Selen beträgt weniger als  $\frac{1}{50}$  des ausgefallten, ein Ergebniss, welches die Annahme, dass das Selen als Oxydul gelöst sei, anschliesst.

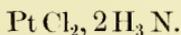
Gelegentlich der Versuche über die Löslichkeit des Tellurs in Schwefelsäure, und theilweise schon bei der Bearbeitung seiner Inaugural-Dissertation, hat sich Magnus auch mit dem braunen Körper beschäftigt, welcher sich bei der elektrischen Zersetzung des Wassers am negativen Pole abscheidet, wenn die Elektrode aus Tellur besteht. Nach den Versuchen von Ritter und Sir Humphry Davy konnte man geneigt sein, diese braunen Wolken für ein Hydrür des Tellurs zu halten, welches weniger Wasserstoff enthält als der Tellurwasserstoff. Genaue Versuche überzeugen Magnus, dass hier kein Hydrür sondern elementares Tellur vorliege<sup>14)</sup>. Wahrscheinlich sei indessen die Abscheidung des Tellurs Folge einer ephemeren Bildung von Tellurwasserstoff, welcher sich schnell unter dem Einfluss des von der Wasserzersetzung herrührenden Sauerstoffs zerlege; in der That beobachte man

am positiven Pole eine nur äusserst geringe Sauerstoffentwicklung. Ganz ähnliche Erscheinungen werden bei dem Schwefel und Selen wahrgenommen. Da indessen diese Körper schlechte Leiter der Elektrizität sind, so müssen sie mit einem Platindraht umwickelt in die Flüssigkeit gebracht werden. Es entsteht im ersten Falle ein gelber Niederschlag von Schwefel, im letzteren ein ziegelrother von Selen. Versuche, ein Tellurhydrür zu erhalten durch Anflösen von Tellurkalium in Wasser oder durch die Einwirkung der Luft auf die Lösung desselben, misslangen. Das Tellurkalium verhält sich in dieser Beziehung wie Schwefel- und Selenkalium. Dagegen sind die festen Körper, welche bei der Anflösung von Arsen- und Phosphorkalium in Wasser zurückbleiben, wahre Hydrüre.

Durch die mehrfache Beschäftigung mit Verbindungen des Selens wird Magnus veranlasst, eine einfache Methode anzuschauen, dieses Element aus dem Selenschwefel und zumal aus dem Bodensatze der Bleikammern zu gewinnen<sup>15</sup>). Ein Gemenge des Selenmaterials mit etwa dem achtfachen Gewichte Braunstein wird in einer Glasretorte erhitzt; der Schwefel verwandelt sich theilweise in Metallsulfid, theilweise wird er als schweflige Säure entfernt, das Selen sublimirt in den Hals der Retorte. Da man bei einem ersten Versuche den Reichthum des Materials nicht wohl kennen kann, so wird sich bei überschüssig angewendetem Manganhyperoxyd auch etwas selenige Säure bilden; man leitet desshalb das entwickelte Gas durch Wasser, in welchem sich in diesem Falle das Selen, durch die schweflige Säure reducirt, als ziegelrothes Pulver absetzt.

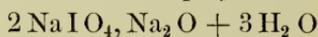
Eine der folgenreichsten Untersuchungen auf dem Gebiete der unorganischen Chemie ist jedenfalls die schöne Arbeit über die Einwirkung des Ammoniaks auf das Platinchlorür<sup>16</sup>), welche Magnus, wie angegeben, schon einige Jahre früher in dem Laboratorium von Berzelius ausgeführt hatte. Die

Verbindungen des Platinchlorids mit den Chloriden der Alkalimetalle waren damals schon untersucht; Berzelius hatte namentlich das Kaliumplatinchlorid für die Feststellung des Atomgewichtes des Platins benutzt. Bei dem Versuche, analoge Verbindungen mit Platinchlorür darzustellen, was ohne Schwierigkeit gelang, fand Magnus, dass, wenn man eine Auflösung des Chlorürs in Chlorwasserstoffsäure mit einem Ueberschuss von Ammoniak versetzt, ein in schönen grünen Nadeln krystallisirendes Salz niederfällt, welches weder in Wasser noch in Alkohol noch auch in Salzsäure löslich ist. Dieses Salz, weit entfernt, den früher beobachteten Doppelverbindungen analog zu sein, erweist sich bei der Analyse als eine directe Verbindung des Platinchlorürs mit den Elementen des Ammoniaks von der Zusammensetzung



Unter dem Einflusse chemischer Agentien erleidet dieses Salz zahlreiche bemerkenswerthe Veränderungen, welche indessen von Magnus, der inzwischen in andere Bahnen eingelenkt war, nicht weiter studirt worden sind. In Folge dieser Veränderlichkeit ist es, wie bekannt, der Ausgangspunkt einer Reihe der merkwürdigsten Untersuchungen geworden, an denen sich viele Chemiker, namentlich aber Gros, Reiset, Peyrone und Gerhardt betheilig haben. Noch neuerdings ist die Geschichte der von diesen Chemikern aufgefundenen Körper, welche man gewöhnlich unter dem gemeinsamen Titel: Platinbasen zusammenfasst, von Odling<sup>17)</sup> in einer meisterhaften Vorlesung beleuchtet worden, welche derselbe in unserer englischen Schwestergesellschaft gehalten hat. Sämmtliche unter dem Namen der Gros'schen, Reiset'schen, Peyrone'schen Salze bekannten Verbindungen sind in der That Abkömmlinge des grünen Platinchlorür-Ammoniaks, welches die dankbare Wissenschaft dem Entdecker zu Ehren mit dem Namen des Magnus'schen Salzes bezeichnet hat.

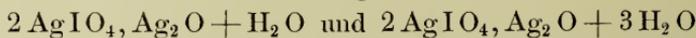
In die Reihe der hier betrachteten Untersuchungen gehört auch, obwohl in etwas spätere Zeit fallend, die gemeinschaftliche Arbeit von Magnus und C. F. Ammermüller über die Ueberjodsäure<sup>18)</sup>. Die Ueberchlorsäure war damals schon bekannt, aber alle Bemühungen, die entsprechende Säure in der Jodreihe darzustellen, waren ohne Erfolg geblieben. Ein glücklicher Versuch führt die vereint arbeitenden Freunde zur Entdeckung dieser Säure. Die ersten Andeutungen der Existenz der Ueberjodsäure werden bei der Bereitung des Natriumjodats nach dem bekannten Liebig'schen Verfahren erhalten, und auf diese hin begründen sie alsbald eine höchst elegante Darstellungsmethode. Aus einer heissen Lösung von Natriumjodat, welche man mit Aetznatron versetzt hat, scheidet sich beim Einleiten eines Chlorstroms ein schweres weisses krystallinisches Pulver ab, welches die Entdecker als basisches Natriumperjodat



erkennen. Wäre noch ein Zweifel über die Natur des Salzes geblieben, er hätte durch die Analyse der Silbersalze beseitigt werden müssen. Mit Silbernitrat gefällt, liefert die Lösung der Natriumverbindung einen grünlichen Niederschlag, der sich aus warmer Salpetersäure umkrystallisiren lässt. Beim Erkalten der Lösung schiessen strohgelbe Krystalle an, welche, mit Wasser in Berührung, sich in ein dunkelrothes Salz verwandeln. Die heisse concentrirte Lösung setzt beim Eindampfen orange gelbe Krystalle ab. Bei der Analyse zeigt es sich, dass das letztgenannte orange gelbe Salz das neutrale Perjodat



darstellt, während die gelbe und rothe Verbindung basische Salze von der Zusammensetzung



sind, von denen das wasserreichere rothe genau dem bereits genannten Natriumsalze entspricht. In derselben Arbeit, an

deren durchsichtiger Klarheit der Leser noch heute sich erfreut, wird auch der merkwürdigen Umbildung des neutralen Silberperjodats unter dem Einflusse des Wassers gedacht; mit Zurücklassung basischen Salzes nimmt dieses die Säure im Zustande der Reinheit auf, deren Eigenschaften beschrieben, und aus welcher die neutralen und basischen Salze des Kaliums und Natriums dargestellt werden. Mit diesen Feststellungen begnügen sich aber auch die Entdecker; weder Magnus noch Ammermüller sind jemals wieder auf den Gegenstand zurückgekommen. Welche Aehreulose sie späteren Chemikern, zumal unserem verehrten Herrn Präsidenten\*), hinterlassen haben, ist noch frisch in der Erinnerung der Gesellschaft.

Viel später, in den fünfziger Jahren, ist Magnus noch einmal, obwohl nur vorübergehend, auf das Gebiet der unorganischen Chemie zurückgekehrt. In diese Zeit fallen seine Beobachtungen über die verschiedenen Zustände des Schwefels<sup>19)</sup>, welche hier nur kurz erwähnt zu werden brauchen, da viele der gesammelten Erfahrungen, insofern sie nur unter gewissen Verhältnissen gelten, der Allgemeinheit entbehren, auch manche Auffassungen durch spätere Beobachtungen verändert worden sind.

\*            \*            \*

An die Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie schliessen sich naturgemäss die chemisch-mineralogischen Untersuchungen; sie gehören sämmtlich der frühesten Periode an. Schon im Jahre 1826 analysirt Magnus den Pikrosmin<sup>20)</sup>, ein neben Magneteisenstein und Bitterspath in der Grube Engelsburg bei Presnitz in Böhmen aufgefundenes Mineral, welches von Haidinger als eine selbständige Species erkannt worden war. Das Mineral wird mittelst Flusssäure aufgeschlossen, ein Verfahren, welches wenige Jahre zuvor von Berzelius zum ersten Male an-

---

\*) Professor Rammelsberg.

gewendet worden war und daher auch in der Abhandlung nochmals ausführlich besprochen wird. Die Analyse lässt den Pikrosmin als ein wasserhaltiges Magnesinmsilicat erkennen, dessen Zusammensetzung, in einfachster Weise gefasst, sich durch die Formel



ausdrücken lässt.

Einige Jahre später folgt die Analyse des Brochantits<sup>21)</sup>. Unter diesem Namen hatten Levy und Children ein bei Ekaterinenburg in Sibirien vorkommendes Kupfermineral beschrieben, in welchem neben Kupfer Schwefelsäure als Hauptbestandtheil nachgewiesen worden war. Ein bei Rezbanya in Siebenbürgen aufgefundenes Mineral, welches neben Malachit und Kupferlasur auf einem mit Rothkupfererz durchsetzten Bleiglanz vorkommt, ist nach Haidinger identisch mit dem Brochantit. Magnus, der Gelegenheit hatte dasselbe zu analysiren, findet, dass es sich, wenn man von den zufälligen Bestandtheilen Zinn und Blei absieht, als ein wasserhaltiges basisches Kupfersulfat auffassen lässt, welches nach der Formel



zusammengesetzt ist.

Auch mit dem Vesuvian hat sich Magnus mehrfach beschäftigt. Bei diesen Versuchen<sup>22)</sup> macht er die bemerkenswerthe Beobachtung, dass dieses Mineral nach dem Schmelzen ein wesentlich geringeres Volumgewicht zeigt, als es vor dem Schmelzen besass. Das Vol.-Gew. des Vesuvians vor dem Schmelzen schwankt zwischen 3,35 und 3,45. Nach dem Schmelzen zeigt der Vesuvian von Egg in Norwegen das Vol.-Gew. 2,95; das Vol.-Gew. eines schönen sibirischen Vesuvians sank durch das Schmelzen auf 2,956. Beide Minerale büßen dabei ihr krystallinisches Gefüge ein. Magnus lässt es dahingestellt sein, ob die Verminderung des Vol.-Gew. von einer Veränderung in der Lagerung der Molecule

oder von einer Atomwanderung im Molecule hervorgerufen wird. Indessen kam auch durch das Schmelzen eine Veränderung in der Zusammensetzung des Minerals stattgefunden haben, wenigstens wird bei dem Vesuvian vom Wiluiflusse eine kleine Verringerung des absoluten Gewichtes beobachtet; auch spricht für diese Annahme die Beobachtung v. Kobell's, nach welcher das durch Säuren nicht zersetzbare Mineral durch Schmelzen in diesen Agentien löslich wird. Eine ähnliche Verminderung des Volumgewichtes, wie sie der Vesuvian durch die Hitze erleidet, beobachtete Magnus auch beim Schmelzen des Granats, dessen Vol.-Gew. von 3,9 auf 3,05 sank. Da aber gleichzeitig die rothbraune Farbe einer grünen Platz gemacht hatte, so liess sich der Versuch nicht als entscheidend betrachten, insofern das Mineral seine Zusammensetzung geändert haben konnte.

Bald darauf angestellte Untersuchungen betreffen die Zusammensetzung des Vesuvians<sup>23)</sup>. Die untereinander gut übereinstimmenden Analysen des Minerals von vier verschiedenen Fundorten, vom Vesuv., von Slatoust, aus dem Banat und von Egg, führten zu der Formel



welche der allgemeine Ausdruck für die Zusammensetzung des Granats ist. Auf ältere Analysen hin hatte in der That Berzelius bereits angenommen, dass Granat und Vesuvian identisch seien, und Magnus glaubt damals dieser Ansicht beipflichten zu sollen, insbesondere da er bei weiteren Versuchen<sup>24)</sup> auch solche Granate beim Schmelzen ein geringeres Volumgewicht annehmen sieht, welche, soweit dies der Beobachtung zugänglich ist, durch die Einwirkung der Wärme ihre Zusammensetzung nicht ändern. So zeigt der unter dem Namen Grosular bekannte grüne Granat vom Wiluiflusse, welcher beim Schmelzen sowohl sein absolutes Gewicht als auch seine Farbe beibehält, eine Volumgewichtsverminderung von 3,63 auf 2,95, und nicht nur wird im Allgemeinen eine Volumgewichtsver-

minderung beobachtet, sondern Granat und Vesuvian, welche im natürlichen Zustande wesentlich verschiedene Volumgewichte zeigen, besitzen im geschmolzenen Zustande genau dasselbe Volumgewicht, nämlich 2,59. Erwägt man ferner, dass beide Mineralien geschmolzen nicht voneinander zu unterscheiden sind, dass sie dieselbe Härte, dieselbe Farbe, dieselbe Zersetzbarkeit durch Säuren zeigen, so schien die Identität des Vesuvians und Granats, im geschmolzenen Zustande wenigstens, fast ausser Zweifel gestellt. Mit der ihm eigenen Vorsicht spricht sich Magnus gleichwohl nur zurückhaltend für die Identität beider Mineralien aus, und er giebt seinen Zweifeln in der Bemerkung Ausdruck, dass die Beobachtungsergebnisse denn doch nicht hinreichend mit den berechneten Werthen der Granatformel übereinstimmen. In der That hat er denn auch durch viel spätere Versuche<sup>25)</sup> gezeigt, dass eine grosse Anzahl von Vesuvianen bei einer sicherlich über dem Schmelzpunkt des Silbers liegenden Temperatur einige Procente Wasser verliert, eine Eigenschaft, welche den Granaten abgeht. Vesuvian und Granat haben also keineswegs dieselbe Zusammensetzung, eine Thatsache, welche auch durch anderweitige Untersuchungen festgestellt erscheint, nach denen in dem ersteren Mineral das Verhältniss des Monoxydsilicats dem Sesquioxidsilicate gegenüber vielleicht ein wechselndes, jedenfalls aber ein höheres ist, als der Granatmischung entspricht.

\*       \*       \*

Die Zeit, in welcher die Forscherlust unseres Fremdes am lebhaftesten glühte, fällt zusammen mit der mächtigen Entwicklungsperiode der organischen Chemie in Deutschland, zumal mit der Blüthe der Liebig'schen Schule. Es wäre seltsam gewesen, wenn eine so gewaltige Bewegung Magnus unberührt gelassen hätte. So sehen wir ihn denn auch schon im Jahre 1833 mit Arbeiten auf dem

Gebiete der organischen Chemie emsig beschäftigt. Gegenstand seiner Untersuchungen ist die Frage des Tages, welche ja auch noch auf Jahre hin das Interesse der Chemiker fesseln sollte. Was ist die Constitution des Alkohols und die des Aethers, und welches Verhältniss waltet ob zwischen diesen beiden Körpern? Zwei entgegengesetzte Theorien streiten um den Vorrang, die Aetherintheorie von Dumas und die Aethyltheorie von Liebig, von denen letztere, obwohl erst viele Jahre später und auch nur in sehr wesentlich neuer Fassung, den Sieg davontragen sollte. Da nach beiden Ansichten die Aetherbildung auf dem Austreten des Wassers aus dem Alkohol beruht — eine Auffassung, die ja auch noch die heutige ist —, und da man damals so gut wie jetzt, nur in anderer Weise, die Weinschwefelsäure eine Rolle in der Aetherbildung spielen liess, so schien es Magnus von Wichtigkeit, das Verhalten des Alkohols zur wasserfreien Schwefelsäure zu studiren. Seine Versuche<sup>26)</sup> erschliessen ihm alsbald eine ganz neue Reihe von Körpern. Indem er eine absoluten Alkohol enthaltende offene Röhre in ein Gefäss mit wasserfreier Schwefelsäure stellt, dessen Mündung mit einem Glasstöpsel geschlossen ist, sieht er, ohne dass Entwicklung von schwefliger Säure wahrgenommen wird, in dem Alkohol weisse seidenglänzende Krystalle sich bilden, die schon bei 80° schmelzen und so begierig Wasser anziehen, dass es nur mit Schwierigkeit gelingt, sie in einem für die Untersuchung geeigneten Zustande zu erhalten. Die Analyse zeigt, dass diese Krystalle, welche Magnus Carbylsulfat nennt, und für welche später die Bezeichnung wasserfreie Aethionsäure vorgeschlagen worden ist, die Zusammensetzung

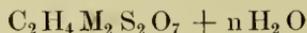


besitzen, mithin als eine Verbindung von 1 Mol. ölbildenden Gases und 2 Mol. wasserfreier Schwefelsäure aufgefasst werden können, und er weist auch alsbald die Identität derselben mit der von Regnault bei der Einwirkung der wasserfreien

Schwefelsäure auf das ölbildende Gas gewonnenen Verbindung nach, für welche man bislang eine andere Zusammensetzung angenommen hatte. Die Krystalle von Carbylsulfat lösen sich mit grosser Leichtigkeit im Wasser, allein beim Verdampfen der Lösung werden sie nicht wieder erhalten. Durch Aufnahme eines Mol. Wasser haben sie sich in Aethionsäurehydrat verwandelt:



Die Säure selbst lässt sich ihrer ausserordentlichen Veränderlichkeit wegen nicht untersuchen; die gegebene Formel musste daher aus der Analyse der Salze abgeleitet werden. Die Zusammensetzung derselben wird durch den allgemeinen Ausdruck



wiedergegeben; sie sind in Wasser löslich, ihre wässrige Lösung wird durch Alkohol gefällt.

Ist die Lösung des Aethionsäurehydrats zum Sieden erhitzt worden, so enthält die Flüssigkeit nunmehr, neben freier Schwefelsäure, eine neue höchst merkwürdige Säure, welche Magnus mit dem Namen Isaethionsäure bezeichnet; sie hat sich unter Anziehung der Elemente eines weiteren Wassermoleculs und unter Abspaltung eines Mol. Schwefelsäurehydrat gebildet:



Diese Säure, welche man auch erhält, wenn Carbylsulfatkrystalle schnell in Wasser gelöst werden, so dass sich die Flüssigkeit stark erwärmt, ist, wie ein Blick auf die Formel lehrt, mit der Weinschwefelsäure isomer. Magnus hat sie zumal in ihrem Bariumsalze studirt, welches man leicht erhält, wenn die siedende Lösung der Aethionsäure mit Bariumcarbonat gesättigt wird; es krystallisirt in schönen wasserfreien Tafeln von der Formel

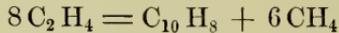


und unterscheidet sich von dem isomeren Sulfovinat sowohl durch seine grosse Beständigkeit als auch durch seine Löslichkeit in Alkohol. Gegenwärtig können wir kaum an die von Magnus entdeckte Isaethionsäure denken, ohne uns einer schönen Synthese zu erinnern, welche allerdings einer viel späteren Zeit vorbehalten war, der Synthese des krystalinischen Bestandtheiles der Galle, des Tannins, welche Strecker durch Abspaltung eines Wassermoleculs aus dem Molecule des isaethionsauren Ammoniums bewerkstelligt hat.

Die Versuche über das Carbylsulfat gaben Magnus mehrfach Gelegenheit, sich mit dem ölbildenden Gase zu befassen. Er findet, dass man dasselbe reichlicher, reiner und bequemer als nach dem gewöhnlichen Verfahren erhält, wenn man Schwefelsäure mit etwa  $\frac{1}{16}$  Gewichtstheil Alkohol in einem Ballon erhitzt und alsdann durch eine Trichterröhre langsam Alkohol nachströmen lässt.

Sehr interessante Versuche<sup>27)</sup>, welche er, jedoch erst viel später, über das Verhalten des ölbildenden Gases unter dem Einflusse der Wärme angestellt hat, scheinen zunächst aus dem Bedürfnisse hervorgegangen zu sein, für den Zweck seiner Vorlesungen eine klarere Anschauung von der Theerbildung zu gewinnen. Indem er mit der grössten Sorgfalt gereinigtes ölbildendes Gas durch eine rothglühende Röhre streichen lässt, beobachtet er unter allen Umständen eine reichliche Theerbildung. Die Umwandlung des ölbildenden Gases in Theer beginnt erst bei einer Temperatur, welche jedenfalls über  $360^{\circ}$  liegt; sie hört auf, wenn die Hitze bis zur Weissgluth gesteigert wird, bei welcher Temperatur das ölbildende Gas unter Abspaltung reiner Kohle sich in das doppelte Volum Wasserstoff verwandelt. Bei der Schwierigkeit, eine ganz gleichmässige Rothgluth zu erhalten, schwanken beträchtlich die Mengen des auftretenden Theers; auch hat er nicht immer dieselbe Zusammensetzung. Bei seiner Bildung verschwinden im Durchschnitt 10 Volumprocente Gas; das

rückständige Gas besteht nunmehr vorzugsweise aus Grubengas und Wasserstoff. Es lag nicht in der Absicht dieser Versuche, die einzelnen Bestandtheile des aus dem ölbildenden Gase gewonnenen Theers genauer zu präcisiren. Die Operation hätte zu diesem Ende in viel grösserem Maassstabe ausgeführt werden müssen. Einige Panschanalysen zeigen aber, dass er nahezu die Zusammensetzung des Naphtalins besitzt, und in einzelnen Fällen konnte das Naphtalin in der That aus dem Oele abgeschieden werden. Die Bildung des Naphtalins aus dem ölbildenden Gase liesse sich durch die Gleichung



darstellen; allein es versteht sich von selbst, dass diese Gleichung nicht mehr als eine Phase des complicirten Processes wiedergibt. Neben dem Naphtalin werden mannichfaltige andere Producte gebildet, wie schon aus dem gleichzeitigen Auftreten von Wasserstoff erhellt. Die erwähnten Versuche geben aber jedenfalls nicht unwichtige Aufschlüsse über die Theerbildung bei der Leuchtgasfabrikation, insofern sie zeigen, dass nur ein Theil des Theers direct aus der Steinkohle stammt, während eine nicht unbeträchtliche Menge desselben erst durch die Einwirkung der Wärme auf das bereits entwickelte ölbildende Gas entsteht. Aus Grubengas konnte unter ähnlichen Bedingungen kein Theer erhalten werden.

Magnus hat sich auch, obwohl nur ganz vorübergehend, mit dem Ozokerit<sup>28)</sup>, dem bekannten fossilen Wachse aus der Moldau, beschäftigt. Bei der Untersuchung, welche er auf Wunsch Alexander von Humboldt's anstellt, erkennt er denselben als ein Gemenge zweier durch Alkohol trennbaren Substanzen, welches bei 82° schmilzt und aus 85,75 p. C. Kohlenstoff und 15,15 p. C. Wasserstoff besteht.

Sein lebhaftes Interesse für die organische Chemie hat Magnus ferner durch die Construction eines eigenthümlichen Gasofens<sup>29)</sup> für die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Substanzen

bethätigt, welcher zu der Zeit, als man in Deutschland zuerst anfang das Leuchtgas als Brennmaterial zu benutzen, erhebliche Dienste geleistet hat.

\* \* \*

Auch die physiologische Chemie ist durch Magnus wesentlich bereichert worden. Seine Arbeit über die Blutgase<sup>30)</sup> ist in mehr als einer Beziehung bahnbrechend gewesen. Um den Einfluss dieser Untersuchung auf den Fortschritt der Wissenschaft bemessen zu können, müssen wir uns in die Zeit zurückversetzen, in welcher dieselbe ausgeführt wurde, und in die Auffassung der Frage, um deren Lösung es sich handelt, welche Magnus vorfand.

Die verschiedenen Forschungen über das Wesen des Respirationsprocesses hatten zu abweichenden Ergebnissen geführt; es waren zumal zwei Ansichten, welche einander gegenüberstanden. Die eine Ansicht lässt die Bildung der Kohlensäure in der Lunge erfolgen; der mit dem venösen Blute in der Lunge zusammentreffende Sauerstoff verbrennt alsbald einen Theil des Kohlenstoffs des Blutes und wird als Kohlensäure wieder ausgeathmet. Nach der andern Ansicht wird der Sauerstoff der eingeathmeten Luft von dem Blute absorbiert, die Kohlensäurebildung findet im Kreislaufe des Blutes statt; das venöse Blut tritt bereits kohlensäurebeladen in die Lunge, und die fertig gebildete Kohlensäure wird einfach durch die Berührung mit der frisch eingeathmeten Luft ausgetrieben. In einfachster Form ausgedrückt besteht der Unterschied beider Ansichten darin, dass nach der ersten der eingeathmete Sauerstoff alsbald aus der Lunge wieder als Kohlensäure austritt, während er nach der zweiten erst im Blute durch den Organismus geführt wird, ehe er in Kohlensäure verwandelt in die Atmosphäre zurückkehrt.

Für die erste Auffassung schien die Erfahrung zu sprechen, dass es nicht gelungen war, die Gegenwart freier Kohlensäure

in dem venösen Blute nachzuweisen. In der That hatten Gmelin, Mitscherlich und Tiedemann, als sie Blut in die Barometerleere treten liessen, niemals eine Entwicklung von Kohlensäure wahrgenommen. Erst als sie mit Essigsäure versetztes Blut zu ihren Versuchen anwendeten, beobachteten sie das Entweichen von Kohlensäure, welche sie der in dem Blute angenommenen Gegenwart von Natriumcarbonat zuschrieben. Dagegen liessen sich für die zweite Ansicht Erfahrungen von Stevens und Hoffmann geltend machen, welche gefunden hatten, dass sich aus venösem Blut durch Schütteln mit Wasserstoffgas Kohlensäure entbindet, und ebenso Versuche von Johannes Müller, nach denen Frösche in einer Atmosphäre von Wasserstoff Kohlensäure ansathmen.

So lagen die Dinge, als Magnus die Untersuchung aufnahm. Er beginnt damit zu constatiren, dass ein Strom von Wasserstoffgas, welchen man durch venöses Blut leitet, in der That Kohlensäure austreibt. Zu dem Ende ist es nur nöthig, durch Schütteln mit Glasstückchen das Blut vom Fibrin zu befreien und alsdann zwischen dem das Blut enthaltenden Gefässe und der Entbindungsröhre ein leeres Zwischengefäss einzuschalten, welches den entstehenden Schaum aufnimmt. Lässt man den durchgeleiteten Wasserstoffstrom in Kalkwasser treten, so wird eine reichliche Menge von Calciumcarbonat gefällt. Menschenblut und Pferdeblut zeigen genau dasselbe Verhalten. Bei den ersten nach diesem Verfahren angestellten Versuchen war das Blut auf seinem Wege aus der Ader in das Sammelgefäss, wenn auch nur wenige Augenblicke, mit der Luft in Berührung gewesen. Um dem etwaigen Einwand, dass auf diese Weise Luft absorbirt werden konnte, zu begegnen, wurde bei weiteren Versuchen eine Röhre in die Jugularis eines Pferdes eingesetzt und das Blut direct aus der Ader unter Quecksilber aufgesammelt. Das Ergebniss des Versuchs ward nicht geändert.

Aehnlich wie durch Wasserstoff wird auch durch einen Strom von Stickstoff Kohlensäure aus dem venösen Blute ausgetrieben. Bei Anwendung des Schaumgefässes gelingt es nunmehr auch durch starkes Auspumpen mit der Luftpumpe, das Vorhandensein der Kohlensäure in dem Blute nachzuweisen. Weniger befriedigend fallen die Versuche aus, die Quantität der Kohlensäure in dem Blute zu bestimmen. Magnus sucht für diesen Zweck den von Liebig bereits eingeführten Kaliapparat zu verwerthen. Die durch Wasserstoff ausgetriebene Kohlensäure wurde durch ein Chlorecalciumrohr getrocknet und schliesslich in Kalilauge aufgesammelt und gewogen. Es gelang nicht, den ganzen Kohlensäuregehalt auf diese Weise zu ermitteln, da die letzten Antheile durch den Wasserstoff nur äusserst langsam entfernt werden, so dass das Blut gewöhnlich schon anfang in Fäulniss überzugehen, ehe der Versuch vollendet war. Immerhin glaubt Magnus aus den Ergebnissen seiner Versuche den Schluss ziehen zu können, dass das venöse Blut wenigstens  $\frac{1}{3}$  seines Volums an Kohlensäure enthält. Durch Einleiten von Sauerstoff oder atmosphärischer Luft werden ganz ähnliche Resultate erhalten. Magnus ist der Ansicht, dass diese Versuche zu der Folgerung berechtigen, dass die Kohlensäure nicht erst in den Lungen gebildet werde, sondern dass sie einem während des Kreislaufs des Blutes sich vollendenden Oxydationsprocesse ihre Entstehung verdankt. Um aber die Frage zu einem befriedigenden Abschlusse zu bringen, musste immer noch nachgewiesen werden, dass das arterielle Blut Sauerstoff enthalte, da man ja noch einwenden konnte, die durch Wasserstoff oder Stickstoff aus dem Blute ausgetriebene Kohlensäure stamme von einem in demselben enthaltenen Bicarbonat. In der That hatte H. Rose gezeigt, dass das Natriumbicarbonat selbst bei gewöhnlicher Temperatur im luftleeren Raume Kohlensäure verliert, und Magnus hatte sich durch besondere Versuche überzeugt, dass auch ein Strom Wasserstoff Kohlensäure aus dem Bicarbonat austreibt.

Während Magnus mit diesen Versuchen beschäftigt ist, werden ähnliche Untersuchungen auch von anderer Seite in Angriff genommen. Hier sind namentlich die Arbeiten von Theodor Ludwig Bischoff zu nennen. Derselbe hatte zunächst die Erfahrungen von Stevens und Hoffmann über die Expulsion der Kohlensäure aus dem venösen Blute mittelst Wasserstoff und Stickstoff, dann die Versuche von J. Müller über das Athmen der Frösche in Wasserstoff bestätigt; ferner war es ihm ebenfalls gelungen, Kohlensäure, obwohl in sehr geringer Menge, mit Hülfe der Luftpumpe aus dem Blute zu erhalten. Bischoff hatte auch das arterielle Blut auf einen Gehalt an Kohlensäure untersucht, glaubte jedoch aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass das arterielle Blut keine Kohlensäure enthalte.

Auch diese letztere Erfahrung konnte als ein gewichtiger Einwand gegen die Ansicht, dass sich die Kohlensäure während des Kreislaufs des Blutes bilde, geltend gemacht werden. Denn wenn die Kohlensäure aus dem venösen Blute durch die Luft verdrängt wurde, so konnte nach den Gesetzen der Absorption niemals alle Kohlensäure auf diese Weise entfernt werden. Es musste also auch in dem arteriellen Blute Kohlensäure vorhanden sein.

Um diesen Zweifeln zu begegnen, bestrebt sich Magnus, neue und bessere Untersuchungsmethoden aufzufinden. Er ermittelt zuerst, wesshalb alle früheren Forscher so grosse Schwierigkeiten fanden, mittelst der Luftpumpe Kohlensäure aus dem Blute zu erhalten. Er zeigt, dass die Schwierigkeit zunächst in der meist unzureichenden Verdünnung der Luft beruhe, indem die Kohlensäure erst anfängt in bemerkbarer Menge aus dem Blute zu entweichen, wenn die Spannkraft der über dem Blute befindlichen Gase auf 25 mm gesunken ist, dann aber in dem Umstande, dass man häufig coagulirtes Blut anwendete, welches seine Kohlensäure ungleich schwieriger abgiebt als das von seinem Faserstoff getrennte flüssige Blut,

endlich aber darin, dass der Raum über dem Blut immer verhältnissmässig ansserordentlich klein war und sich desshalb schnell soweit mit Kohlensäure füllte, dass der Druck derselben das Entweichen einer neuen Quantität dieser Gasart hinderte. Die richtige Erkenntniss dieser Verhältnisse gestattet denn auch alsbald die Construction eines Apparates, mittelst dessen sich die Blutgase ohne Schwierigkeit in hinreichender Menge für die Untersuchung erhalten lassen. Dieser Apparat, welcher, obwohl uns jetzt ungleich vollkommene Vorrichtungen zu Gebote stehen, auch heute noch unser Interesse beansprucht, besteht wesentlich aus einem birnförmigen Gefässe, welches oben und unten mit einem offenen Ansatz versehen ist. Die untere Mündung steht in einer kleinen Quecksilberwanne, das obere Ende trägt eine eiserne Fassung, welche mit einem Hahn versehen ist. Wird diese Fassung bei geöffnetem Hahn mit der Luftpumpe in Verbindung gesetzt, so kann durch das Spiel derselben die Birne leicht bis zum Hahn mit Quecksilber gefüllt werden. Nach Abschluss des Hahns wird eine mit Quecksilber gefüllte gleichfalls durch einen Hahn geschlossene Glasröhre auf die Metallfassung der Birne aufgeschraubt. Nach Oeffnung beider Hähne wird das Quecksilber in Birne und Röhre durch den Druck der Atmosphäre schwebend erhalten. Nunmehr wird der Apparat mit der Quecksilberwanne unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht und zwar in der Art, dass sich sein oberer Theil ausserhalb desselben befindet, die beiden Hähne also zugänglich bleiben. Werden diese beiden Hähne geöffnet und die Luft über dem Spiegel der Quecksilberwanne entfernt, so sinkt das Quecksilber in dem Apparate, und alle Luft, welche derselbe noch enthält, sammelt sich nach mehrfachem Auspumpen in der abschraubbaren Röhre. Diese wird, nachdem die Hähne geschlossen worden sind, abgenommen, vollkommen mit Quecksilber gefüllt und wieder aufgesetzt. Der vollständig gefüllte Apparat ist jetzt zur Aufnahme des

Blutes bereit. Zu dem Ende wird der Recipient der Luftpumpe entfernt und der Apparat in die grosse Quecksilberwanne transferirt. Das Blut ist bereits in gläsernen Flaschen über Quecksilber aufgesammelt worden, und zwar aus der Jugularis eines Pferdes, wenn venöses, aus der Carotis, wenn arterielles Blut zum Versuche verwendet werden soll. Aus diesen Flaschen, in denen durch Schütteln die Absecheidung des Fibrins bewerkstelligt worden ist, tritt das Blut unmittelbar in den oberen Theil der Birne des Apparates, welcher alsbald in derselben Weise wie früher unter den Recipienten der Luftpumpe gebraucht wird. Beim Auspumpen entsteht ein Vaeuum über dem Blute, in welchem, wenn das Spiel der Pumpe andauert, die Blutgase sich sammeln; werden nunmehr die Hähne geöffnet, so fällt das Quecksilber aus der Röhre in die Birne, und die Blutgase verbreiten sich in der Röhre. Man braucht jetzt nur noch langsam Luft in den Recipienten treten zu lassen, bis die Oberfläche des Blutes an dem unteren Hahne angelangt ist, nun die ganze Menge der entwickelten Gase in der Röhre zu vereinigen, welche nach dem Schluss der Hähne abgeschraubt wird. Man hat auf diese Weise einen Vorrath an Gas gesammelt, dessen endiometrische Analyse nach den gewöhnlichen Methoden keine weitere Schwierigkeit bietet.

Die zahlreichen Versuche, welche Magnus mit so erhaltenen Blutgasen angestellt hat, zeigen, dass sowohl das venöse als auch das arterielle Blut Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff enthält, allerdings in wesentlich verschiedenen Verhältnissen; denn während der Sauerstoff im venösen Blut höchstens ein Viertel, oft nur ein Fünftel des in ihm enthaltenen Kohlensäurevolums beträgt, ist das Sauerstoffvolum im arteriellen Blute nie weniger als ein Drittheil und steigt oft bis zur Hälfte der beobachteten Kohlensäure.

Diese Resultate bestätigen in jeder Beziehung die Auffassung des Respirationsprocesses, zu welcher Magnus bereits

durch seine früheren Versuche geführt worden war. Er bedauert, dass sich selbst beim stärksten Auspumpen niemals der ganze Gasgehalt des Blutes anstreiben liess und ihm auf diese Weise die Gelegenheit entging, einen weiteren gewichtigen Beleg für seine Ansicht zu gewinnen. Wäre es möglich gewesen, die ganze Menge der in dem venösen und arteriellen Blute vorhandenen Gase zu erhalten, so hätte, da ja nach den zuverlässigsten Versuchen die Menge der beim Athmen ausgehauchten Kohlensäure (bei Pflanzenfressern) nahezu gleich ist der Quantität des aufgenommenen Sauerstoffs, es sich bei der Vergleichung gleicher Volume der aus venösem und arteriellem Blute entwickelten Gase herausstellen müssen, dass sich der Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt beider zu demselben Volume ergänzen.

Etwa sieben Jahre später hat Magnus eine nicht eben erfreuliche Veranlassung gehabt, auf diese Untersuchungen zurückzukommen, in sofern seine Versuche über die Blutgase von Gay-Lussac<sup>31)</sup> einer nichts weniger als wohlwollenden Kritik unterworfen wurden. In dieser Kritik, welche jedoch keine neuen Versuche bringt, wird der als Ergebniss jener Arbeit aufgestellten Theorie über den Vorgang beim Athmen jede sichere experimentelle Grundlage abgesprochen und sogar behauptet, dass man aus den angestellten Versuchen gerade das Gegentheil folgern könne. Magnus lässt nicht lange auf eine Entgegnung warten. In einer am 17. Juni 1844 der Berliner Akademie der Wissenschaften mitgetheilten sehr maassvollen Entgegnung<sup>32)</sup> zeigt er, dass die ganze Rechnung Gay-Lussac's auf irrigen Voraussetzungen beruht, und dass die von dem französischen Forscher vorgebrachten Einwände die von ihm gezogenen Schlüsse in keinerlei Weise beeinträchtigen. Später hat ihm diese Discussion Veranlassung gegeben, noch einige weitere Versuche über die angeregte Frage anzustellen und namentlich die Löslichkeit des Sauerstoffs im Blute zu bestimmen<sup>33)</sup>. Das Gesammtergebniss seiner Unter-

suchungen über die Respiration ist in einer am 9. August 1845 bei Gelegenheit seiner Einführung als Ordinarius in die philosophische Facultät gehaltenen lateinischen Rede zusammengefasst<sup>34</sup>).

Magnus hat die Lehre von den Blutgasen und der Rolle, die sie bei der Athmung spielen, soweit gefördert, wie es die damaligen Hülfsmittel erlaubten. Die seitdem so sehr vervollkommneten Methoden der Gasanalyse, die ernente Prüfung des Gesetzes der Absorption der Gase durch tropfbare Flüssigkeiten, die verbesserten Mittel zur plötzlichen Herstellung ausgedehnter Vacua und die durch die physiologischen Laboratorien gebotene leichte Gelegenheit zu dergleichen Versuchen, — diese Umstände vereint haben zahlreiche neue Forschungen über die Blutgase veranlasst, welche zumal durch die Arbeiten von Lothar Meyer, Ludwig und seinen Schülern, Pflüger u. A. in neuester Zeit allerdings zu Ergebnissen und Auffassungen geführt haben, die von der Ansicht, die sich Magnus auf seine Versuche hin gebildet hatte, mehrfach abweichen.

Nach der heutigen Auffassung der Physiologen wird die Kohlensäure des Blutes so gut wie ausschliesslich von dem Plasma desselben beherbergt; obschon das Plasma alkalisch reagirt, scheint sie gleichwohl grossen Theils von demselben absorbirt zu sein, und für sie hätte sich also die Absorptionstheorie, welcher Magnus huldigte, bestätigt. Der Sauerstoff des Blutes dagegen wird nach den gegenwärtig herrschenden Ansichten von den Blutkörperchen in einer lockeren chemischen Verbindung festgehalten, die, wie das Natriumbicarbonat, zu ihrem Bestande fast des vollen atmosphärischen Druckes bedarf, eine Natureinrichtung, deren Zweckmässigkeit einleuchtet, da, wenn der Sauerstoffgehalt des Blutes dem Henry-Dalton'schen Absorptionsgesetze folgte, „Gay-Lussac und Humboldt vielleicht in Lebensgefahr gerathen wären, als der Eine das Barometer auf 12, der Andere auf 14 Zoll sinken

sah<sup>35)</sup>“). In Bezug auf den Sauerstoff, den Magnus ebenfalls als vom Blute absorbirt annahm, hat also die Physiologie neue und wichtige Thatsachen ermittelt. Einem Gegenstande von so ausserordentlicher Verwickelung gegenüber hätte es in der That eines seiner Ergründung ausschliesslich gewidmeten Forscherlebens bedurft, um ihn nach allen Richtungen zu erschöpfen. Immerhin aber bleibt die Arbeit über die Blutgase eines der schönsten Denkmäler, die sich Magnus in der Wissenschaft gesetzt hat. Ueber dem Interesse an Detailfragen ist unsere Zeit vielleicht zu sehr geneigt, die Grösse des Schrittes zu unterschätzen, durch welchen er zuerst auf diesem Felde Bahn brach, und zu vergessen, dass zwei Jahrzehende hindureh das, was er gefunden hatte, das Beste und Umfassendste blieb, was man über den Athmungsprocess wusste.

\* \* \*

Auch den Anwendungen der Chemie auf die Landwirthschaft ist Magnus nicht fremd geblieben. Er hat sich allerdings nur vorübergehend mit der Agriculturchemie beschäftigt, allein die Untersuchungen, welche von ihm ausgeführt oder veranlasst worden sind, haben gleichwohl wesentlich zur Aufklärung einiger Fragen beigetragen, welche zweifelhaft geblieben waren. Jedenfalls aber sind diese Arbeiten wiederum Zeugen des rastlosen Eifers, mit welchem der lebhafteste Geist unseres Freundes die wissenschaftlichen Bewegungen seiner Zeit verfolgte und sich an diesen Bewegungen zu betheiligen strebte.

Die erste Anregung zum Studium agriculturchemischer Probleme verdankt Magnus den grossartigen Forschungen Liebig's auf diesem Gebiete, welche einen mächtigen Eindruck auf ihn gemacht hatten. Es war in Folge dieses Eindrucks, dass sich Magnus im Laufe der vierziger Jahre bestimmen liess, als chemischer Berather an den Arbeiten des Preussischen Landes-Oekonomie-Collegiums Theil zu nehmen, welches damals unter der Präsidentschaft v. Beckedorf's

stand, und in welchem zumal auch der Landes-Oekonomierath K o p p e der chemischen Behandlung landwirthschaftlicher Fragen mit Nachdruck das Wort redete.

Bald nach seinem Eintritte veranlasst denn auch das Landes-Oekonomie-Collegium eine grössere Reihe von Untersuchungen zur Beantwortung der Frage: „In welchem Maasse müssen gewisse unorganische Bestandtheile im Boden vorhanden sein, damit bestimmte Pflanzen auf demselben gedeihen?“ Diese auf breitester Grundlage begonnene Untersuchung ist leider Fragment geblieben und gerade aus diesem Grunde auch minder fruchtbringend gewesen, als die im grossen Style concipirte Arbeit wohl hätte erwarten lassen. Ueber die Disposition der Untersuchung sowie über die nach Ablauf von drei Jahren erhaltenen Resultate hat Magnus im Auftrage des Landes-Oekonomie-Collegiums Bericht erstattet <sup>36</sup>).

„Wenn durch chemische Analysen ermittelt wäre“, sagt Magnus in diesem Bericht, „wieviel jede Pflanze von den einzelnen unorganischen Stoffen für ihre Entwicklung bedarf, so würde man dadurch leicht berechnen können, wieviel von diesen Stoffen der Boden hergeben muss für eine volle Ernte von einer bestimmten Pflanze; allein es ist offenbar, dass diese Quantitäten für die Vegetation nicht genügen, und dass der Boden die Stoffe in grösserer Menge besitzen muss, als sie von der Pflanze aufgenommen werden. Dies wird erforderlich sein, selbst wenn sie sich in solchen Verbindungen im Boden befinden, in denen sie von der Pflanze leicht aufgesogen werden können, noch mehr aber, wenn die Verbindungen, in denen sie vorkommen, erst durch atmosphärische Einflüsse zersetzt und verändert werden müssen, um aufnehmbar zu werden, oder wenn ein Theil derselben sich in solchen Verbindungen befindet, dass er garnicht zur Ernährung der Pflanze dienen kann. Es bleibt daher, selbst wenn man genau weiss, wieviel von jedem unorganischen Stoffe eine Pflanze enthält, für den Landwirth die Frage noch immer unbeantwortet, in welchen Verhältnissen diese Stoffe im Boden vorhanden sein müssen, und es erscheint die Beantwortung derselben

um so wichtiger, als man in neuerer Zeit so weit gegangen ist, die gedeihliche Entwicklung der Pflanzen, abgesehen von den klimatischen Verhältnissen, als allein abhängig von dem Vorhandensein einer genügenden Menge jener Bestandtheile zu erklären und die ganze Wirksamkeit des Düngers als ausschliesslich auf der Zuführung anorganischer Stoffe beruhend anzusehen.

„Der geeignetste Weg, um zum Ziele zu gelangen, schien zu sein, den Boden zu untersuchen, sodann ein und dieselbe Frucht so lange hintereinander ohne Dünger auf demselben zu bauen, bis sie keinen Ertrag mehr liefert, und hiernach den Boden wieder zu untersuchen.“

Magnus unterschätzt die Schwierigkeiten nicht, welche sich einer solchen Behandlung der Frage entgegenstellen, und welche zumal in der Unmöglichkeit liegen, den Boden von so gleichmässiger Beschaffenheit zu erhalten, dass man aus der Zerlegung einer einzelnen Stelle auf die Zusammensetzung der ganzen Fläche schliessen könnte. Dann aber ist es auch die Unsicherheit, bis zu welcher Tiefe man die Ackerkrume zu rechnen habe, und endlich ganz wesentlich die Unvollkommenheit der analytischen Methoden, welche einer solchen Untersuchung hindernd im Wege stehen.

Diesen Schwierigkeiten sucht das Landes-Oekonomie-Collegium dadurch zu begegnen, dass es die zur Analyse bestimmten Proben von möglichst vielen Stellen des Versuchsfeldes nehmen und sorgfältigst mischen lässt, um eine Durchschnittsprobe des Bodens zu erhalten. Ausserdem hofft man der Unsicherheit durch eine recht grosse Zahl von Versuchen zu steuern. Zu dem Ende wird die Untersuchung gleichzeitig unter den Auspicien der ausgezeichnetsten Landwirthe an nicht weniger als vierzehn Orten in den verschiedenen Provinzen des Reichs aufgenommen und die Analyse des Bodens eines jeden Versuchsfeldes von drei unabhängig von einander arbeitenden Chemikern ausgeführt. Für diese umfangreiche Arbeit ist es gelungen, die Mitwirkung von einundzwanzig nauhaften jungen Chemikern zu

gewinnen, welche theilweise auch mit der Analyse der auf den Versuchsfeldern gebauten Pflanzen betraut werden. Um die bereits hinlänglich umfassenden Versuche nicht über die Grenzen des Erreichbaren auszudehnen, beschränkt man sich zunächst darauf, die Erschöpfung des Bodens durch den Anbau zweier Pflanzen, nämlich Raps und Erbsen, herbeizuführen, welche bekanntlich den Boden in hohem Grade aussaugen. Das Land war möglichst gleichartig behandelt worden; es hatte das Jahr zuvor nur eine gewöhnliche Düngung mit Rindermist erhalten und schliesslich eine Kartoffelernte getragen.

Schon gleich die Ergebnisse, welche die dreifachen Analysen der vierzehn Bodenarten liefern, entsprechen kaum den Erwartungen, welche man gehegt hatte. Bei der Vergleichung der Analysen, welche von verschiedenen Experimentatoren mit derselben Bodenart angestellt wurden, vermisst man alsbald die erhoffte Uebereinstimmung. Magnus erkennt, dass seine Besorgniss, es möge sich der Boden nicht hinreichend gleichartig beschaffen lassen, und es könnten die Prüfungsmethoden der nöthigen Schärfe ermangeln, nur zu begründet war, und er gesteht mit der Offenheit, welche er in keiner seiner Arbeiten verläugnet, es gehe aus diesen Untersuchungen mit Bestimmtheit hervor, dass man bisher den Analysen der Ackererden eine viel grössere Bedeutung beigelegt habe, als sie in Wirklichkeit verdienen. Die Abweichungen in den Resultaten sind allerdings nicht sehr erheblich, betragen in der That gewöhnlich kaum mehr als Bruchtheile eines Procents; allein wenn man die Masse des Bodens in Rechnung nimmt, auf welche sich die Zahlen beziehen, so erkennt man, dass, was in der Analyse als eine geringe Differenz erscheint, in der Natur einer kolossalen Gewichtsmenge entsprechen kann. Magnus erörtert dieses Verhältniss an einem instructiven Beispiele. Gerade die Substanzen, die in dem Boden sich nur spärlich vorfinden, wie

Phosphorsäure, Schwefel u. s. w., sind in manchen Pflanzen in ganz erheblicher Menge vorhanden. Nach Erfahrungen, welche im Laufe der Untersuchung gewonnen worden waren, werden einem Morgen Land durch eine Rapsernte, Körner und Stroh zusammengenommen, 13 Pfund Phosphorsäure entzogen. Lässt man eine Mächtigkeit der Ackerkrume von 9 Zoll gelten, so wiegt, wenn das Vol.-Gew. der Ackererde zu 1,5 gesetzt wird, die für den Anbau verwerthbar angenommene trockene Bodenfläche eines Morgens 1 944 000 Pfd. Es werden also dem Boden durch eine Rapsernte  $\frac{13 \times 100}{1\,944\,000} = 0,00066$  p. C.

Phosphorsäure entzogen. Vergleicht man nun die von zwei Beobachtern angeführten Bestimmungen der Phosphorsäure in demselben Boden, so zeigt es sich, dass sie sehr häufig schon in der ersten Decimale nicht mehr übereinstimmen, und man sieht also, dass man hundert Jahre lang Raps auf dem Acker ernten könnte, ohne dass sich dies mit Sicherheit durch die chemische Analyse nachweisen liesse.

Was die im Laufe der Arbeit ausgeführten Aschenanalysen anlangt, so zeigt sich der Gehalt an Asche sowohl als auch die Zusammensetzung derselben sehr verschieden, wenn die ascheliefernden Pflauren auf verschiedenem Boden gewachsen waren. Magnus ist geneigt, einen Theil dieser Verschiedenheit auf Rechnung der Unzulänglichkeit der Methode der Aschenanalyse zu setzen, deren Vervollkommnung man damals noch nicht die nöthige Aufmerksamkeit gescheukt hatte. Ein anderer Grund für dieselben möchte darin zu suchen sein, dass es schwer ist, die Körner, besonders aber das Stroh von dem anhaftenden Erdreiche vollständig zu befreien, zumal wenn dieses thonhaltig ist.

Da jedoch die Analysen hier in sehr grosser Menge vorliegen, so wird Magnus auf gewisse Ansichten über das Vorkommen der mineralischen Bestandtheile in den Pflanzen geführt, die er allerdings noch nicht für vollkommen be-

gründet hält, die jedoch immerhin, wie er glaubt, Beachtung verdienen. Es scheint nämlich die Quantität der Asche in den Körnern viel constanter zu sein als in dem Stroh, und ebenso zeigt sich auch die Zusammensetzung der Asche der Körner viel gleichförmiger als die der Asche des Strohs. Namentlich stellt sich dies heraus, wenn man die Quantitäten der Phosphorsäure und des Chlors in den Aschen, einerseits des Strohs und andererseits der Körner, unter sich vergleicht. Bei den Rapskörnern erreicht z. B. der Chlorgehalt in keiner Analyse auch nur 1 p. C., während derselbe im Rapsstroh zwischen 23,8 und 3 p. C. schwankt. Aber nicht nur liegen die Extreme einander viel näher, sondern auch das Schwanken von einer Analyse zur anderen ist bei den Körnern weit geringer als bei dem Stroh, sowohl für Raps als für Erbsen. Dies Ergebniss ist übrigens leicht verständlich; denn es ist mindestens wahrscheinlich, dass die Wurzeln der Pflanze von den ihnen im Boden zugänglichen Salzen eine grössere Menge aufnehmen, wenn ihnen diese reichlicher dargeboten werden. Desshalb aber werden die einzelnen Organe der Pflanze doch nur soviel von diesen Salzen wirklich assimiliren, als sie für ihre Entwicklung bedürfen; die grössere Menge der Asche in dem Stroh würde nach dieser Betrachtung von den noch nicht verarbeiteten Säften herrühren, welche sich in dem Pflanzenkörper bewegen.

Eine vollständige Gleichheit in der Zusammensetzung der Aschen ist man übrigens nach den vorliegenden Analysen auch für die Körner nicht berechtigt anzunehmen. Wenn eine Verschiedenheit derselben je nach dem Boden, auf dem sie, sowie nach den verschiedenen Jahren, in denen sie cultivirt wurden, stattfindet, so würde eine solche ganz analog den entsprechenden Erscheinungen sein, welche man auf anderen Gebieten der organischen Natur beobachtet. Denn auch bei den Thieren finden wir die Fleisch- und Fettmasse im Verhältniss zu den Knochen verschieden, und wesshalb

sollte nicht ebenso auch bei den Pflanzen die Ausbildung gewisser Organe vorzugsweise stattfinden, je nach der Nahrung, welche dieselben vorfinden? Dass einzelne organische Bestandtheile sich nach Verschiedenheit des Bodens und der Jahre verschieden ausbilden, ist bekannt, und es braucht nur an den verschiedenen Gehalt an Oel im Raps erinnert zu werden. Magnus hält es desshalb für sehr wahrscheinlich, dass auch die Mineralbestandtheile von den Pflanzen in verschiedener Quantität aufgenommen werden.

Die von dem Landes-Oekonomie-Collegium veranlasste sehr kostspielige Untersuchung ist, wie bereits bemerkt, unvollendet geblieben, sei es, weil man nicht gleich Resultate gewonnen hatte, welche den aufgewendeten Mitteln entsprachen, sei es, weil sich die dem Umfange der Arbeit entsprechenden wissenschaftlichen Kräfte auf die Dauer nicht festhalten liessen. Magnus selbst hat sich indessen noch längere Zeit mit der Frage beschäftigt, wie sich aus einigen von ihm selbst angestellten Versuchen ergibt, welche er etwa ein Jahr nach seiner Berichterstattung veröffentlicht hat<sup>37)</sup>.

Ausgangspunkt dieser Versuche ist die Ansicht, dass keineswegs sämtliche in dem Boden und selbst in der Asche der Pflanzen aufgefundenen Bestandtheile für die Entwicklung der Pflanze notwendig sind, und, dies zuzugeben, die daran sich anknüpfende Frage, welche Bestandtheile unbedingt erforderlich sind. Die Beantwortung dieser Frage wird von Magnus in der Art angestrebt, dass er, ähnlich wie dies fast um dieselbe Zeit von dem Fürsten zu Salm-Horstmar<sup>38)</sup> mit Hafer geschehen war, Gerste in einem Boden von bekannter Zusammensetzung vegetiren lässt, in welchem einzelne von den in allen Pflanzen vorkommenden Substanzen gänzlich fehlen. Es wurden mehrere Reihen von Versuchen angestellt, zunächst Versuche in ausgeglühter Zuckerkohle, welche durch die Analyse als vollkommen frei von allen Mineralsubstanzen erkannt worden war. Aus dieser wurde der Boden für acht

Vegetationsversuche mit Gerste in der Art bereitet, dass für den ersten Versuch reine Kohle, für den zweiten Kohle mit 15,5 p. C. einer Mischung aller in den Pflanzen auftretenden mineralischen Substanzen — die Carbonate des Calciums, Mangans und Magnesiums, Eisenoxyd, Calciumsulfat und -phosphat, Natrium- und Kaliumchlorid, endlich Kaliumsilicat — in Anwendung kam. Für die folgenden Versuche wurde die Kohle mit einem ähnlichen Salzgemische versetzt, in der Weise, dass im dritten das Kaliumsilicat, im vierten das Natriumchlorid, im fünften das Calciumphosphat, im sechsten das Calciumsulfat, im siebenten das Mangancarbonat, im achten das Kaliumchlorid und -silicat weglieben, indem man die in Form des letztgenannten Salzes entführte Kieselsäure durch geschlammten Bergkrystall ersetzte, also beziehungsweise Kieselsäure, Natron, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Mangan\*) und Kali fehlten. Zum Begiessen diente eine sehr verdünnte Lösung von Ammoniumcarbonat in Wasser. Diese erste Versuchsreihe lieferte nur wenig befriedigende Ergebnisse, da die Pflanzen offenbar in Folge des Uebermaasses an löslichen Salzen, welche ihnen geboten worden waren, zu keiner eigentlichen Entfaltung gelangen konnten. Als die Versuche wiederholt wurden, nachdem die grössere Menge der löslichen Salze durch Auswaschen entfernt worden war, zeigten die Pflanzen schon ein kräftigeres Wachstum, ohne indess Aehren anzusetzen. Wesentlich bessere Resultate wurden erzielt, als die Gerste theils in reinem Feldspath, theils in solchem vegetirte, den man mit verminderten Quantitäten der bezeichneten Salzgemenge vermischt hatte. Magnus fasst die Ergebnisse der Untersuchung folgendermaassen zusammen:

„1) Ohne die Gegenwart von mineralischen Stoffen erreicht die Gerste nur eine Höhe von etwa 5 Zoll und stirbt dann ab;

---

\*) Im Original steht irrtümlicherweise Eisen.

2) bei Gegenwart einer sehr geringen Menge von mineralischen Stoffen findet eine vollständige Entwicklung statt; 3) ist eine etwas grössere Menge davon vorhanden, so entwickelt sich die Pflanze kümmerlich oder garnicht; 4) in reinem Feldspath erlangt die Gerste eine vollständige Ausbildung und bringt Samen hervor; 5) je nachdem der Feldspath als gröberes oder feineres Pulver angewendet wird, ist der Verlauf der Vegetation verschieden.“

Weiter theilt Magnus lehrreiche Beiträge zur Beantwortung der Frage mit, ob animalische oder vegetabilische Abfälle, welche dem Boden zugeführt werden, um seine Ertragsfähigkeit zu erhöhen, nur durch die in ihnen enthaltenen Mineralbestandtheile wirken, oder ob auch ihre organischen Bestandtheile eine wesentliche Rolle dabei spielen. Zu dem Ende wurden vier vergleichende Versuche ausgeführt. Bei dem einen vegetirte die Gerste in gewöhnlicher Ackererde; bei dem zweiten in derselben Ackererde, deren organische Stoffe durch Glühen verkohlt worden waren; bei dem dritten hatte man die verkohlte Ackererde durch Glühen in einem Sauerstoffstrome von jeder Spur von Kohle befreit; im vierten Falle endlich zog man dieselbe Gerste in Gartenerde, die im Jahr zuvor frischen Dünger erhalten hatte. In allen vier Versuchen erfolgte die Entwicklung der Gerstenpflanze bis zur Bildung körnertragender Aehren; allein während zwischen den Ergebnissen der ersten drei Versuche im ungedüngten Ackerboden kaum ein Unterschied wahrzunehmen war, hatte sich die Pflanze in der gedüngten Gartenerde ungleich üppiger und blattreicher entfaltet.

Schliesslich wird noch ein sehr schöner Vegetationsversuch in gesperrter Atmosphäre beschrieben. Die Gerste vegetirte in drei hermetisch schliessenden Glasglocken, in welche indessen durch geeignete Vorrichtungen ammoniakfreie Luft und kohlenstoffsaurefreies destillirtes Wasser eingeführt werden konnten. Der Boden in der ersten Glocke war gewöhnliche

ungedüngte Ackererde; die zweite Glocke enthielt dieselbe, aber in Sauerstoff geglühte Ackererde; in der dritten endlich befand sich unterhalb der geglühten Ackererde, aber getrennt davon in einem besonderen Gefässe, eine Quantität frisch gedüngter Gartenerde. Innerhalb der ersten vierzehn Tage war kein Unterschied in der Entwiekelung der Pflanzen wahrzunehmen. Von dieser Zeit an aber zeichneten sich die unter der dritten Glocke vor denjenigen unter den beiden anderen, bei welchen die Gartenerde fehlte, sehr auffallend aus. Naeh etwa drei Wochen war die Vegetation in diesen beiden beendet; die Pflanzen hatten eine Höhe zwischen 7 und 11 Zoll, einzelne sogar bis 17 Zoll erreicht und das dritte oder vierte Blatt entwickelt, wurden aber zuletzt weiss und welk. Dagegen führen die unter der dritten Glocke befindlichen Pflanzen, welche ihnen, wie gesagt, um diese Zeit nur wenig voraus waren, fort, sich zu entfalten. Nach etwa acht Wochen fingen sie an, Aehren anzusetzen, deren Körnerzahl zwischen zwei und acht schwankte; sie hatten dabei eine Höhe von 24 bis 28 Zoll erreicht, so dass sie sich in ihrer Glocke bedeutend krümmen mussten; auch hatten sie mehrere Schösslinge getrieben. Ueberhaupt gelangten sie zu einem viel kräftigeren Aussehen als die in derselben Erde gezogenen Pflanzen, welche sich unbedeckt entwickelt hatten, während die unter den Glocken ohne Gartenerde gezogenen weit hinter jenen zurückgeblieben waren. Nur die Körner hatten sich nicht ausgebildet sondern waren sämmtlich taub.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass der Dünger eine Wirkung ausübt, auch wenn er garnicht mit dem Boden in Berührung ist. Er wirkt daher nicht allein, indem er dem Boden gewisse mineralische Stoffe zuführt, sondern seine organischen Bestandtheile tragen auch, und zwar nicht unwesentlich, zur Beförderung der Vegetation bei.

Die hier beschriebenen Versuche scheinen die letzten gewesen zu sein, welche Magnus auf dem Gebiete der Agri-

culturehemie angestellt hat. Es war gerade um diese Zeit (1852), dass er in ganz neue Bahnen einlenkte, in denen, wie bei der Arbeit über die Abweichung der Geschosse und bei der Construction des Polytops, die ganze Kraft des Mannes in Anspruch genommen wurde.

\* \* \*

Noch haben wir, um das Bild der chemischen Thätigkeit unseres Freundes zu vervollständigen, einiger chemisch-technologischer Arbeiten desselben zu gedenken. Wenn man sich erinnert, dass Magnus beinahe vierzig Jahre lang Technologie vorgetragen hat, so könnte es auf den ersten Blick auffallend erscheinen, dass sich seine Untersuchungen so selten eigentlich technologischen Aufgaben zudenken. Bei näherer Erwägung aber verschwindet das Befremdliche dieser Abneigung gegen das rein Technische, sie erscheint vielmehr als die natürliche Folge der wahrhaft wissenschaftlichen Auffassungen, denen er auch in seinen technologischen Vorlesungen niemals untreu ward. Eine industrielle Operation, wie grossartig immer die mit ihrer Hülfe erzielten Ergebnisse, hat für Magnus kein Interesse, wenn ihr nicht ein fassbares wissenschaftliches Princip zu Grunde liegt. Wenn er technologische Vorgänge zeigt, so ist es in der Regel nur das Princip, welches illustriert werden soll.

So sehen wir ihm denn den merkwürdigen, von Peregrine Phillips d. J., einem Essigfabrikanten in Bristol, gemachten Vorschlag, ein Gemenge von schwefliger Säure und Sauerstoff durch Berührung mit Platin direct in Schwefelsäure überzuführen, alsbald mit Eifer einer experimentalen Prüfung unterziehen<sup>39)</sup>. Magnus bestätigt die Beobachtung Phillips', deren wissenschaftlicher Werth durch den Umstand, dass sie bis jetzt praktisch nicht verwertbar gewesen ist, nicht verringert wird<sup>40)</sup>. Magnus stellt den Versuch so an, dass er Platinschwamm in einer gekrümmten Röhre er-

hitzt, in welche man das Gemenge von schwefliger Säure und Sauerstoff hat eintreten lassen. Auch der schöne Vorlesungsversuch, in welchem ein Gemenge von Sauerstoff und schwefliger Säure, beide im trockenen Zustande, durch eine schwachglühende, Platinschwamm enthaltende Röhre geleitet wird, ist in dieser Form zuerst von Magnus ausgeführt worden.

Dass sich Magnus übrigens auch gelegentlich mit grossem Eifer rein praktischen Fragen widmen konnte, erhellt zur Genüge aus seiner unermüdlichen Betheiligung an den Arbeiten der sogenannten Patina-Commission, welche sich auf Veranlassung des hiesigen Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen unter dem Vorsitze von Dr. L. Kunheim seit einigen Jahren mit der Aufgabe beschäftigt, unsere Broncemonumente gegen den zerstörenden Einfluss der Witterung zu schützen.

Magnus, von dem der Vorschlag zur Bildung dieser Commission ursprünglich ausgegangen war, hat selbst nicht lange vor seinem Tode ein kurzes Referat<sup>41)</sup> über die Wirksamkeit derselben veröffentlicht. Wir können nicht besser thun, als seine eigenen Worte an dieser Stelle folgen zu lassen:

„In fast allen grossen Städten, besonders in solchen, wo Kohlen als Brennmaterial dienen, hat man die Erfahrung gemacht, dass auf öffentlichen Plätzen aufgestellte Broncen, statt sich mit einer Patina zu bekleiden, ein schmutziges, dunkles, dem Gusseisen ähnliches Ansehen erhalten. Der Wunsch, diesem Uebelstande zu begegnen, hat zur Anstellung einer Reihe vergleichender Versuche Veranlassung gegeben, um womöglich eine Abhülfe zu finden.

„Zunächst hat man die Frage zu beantworten gesucht, ob eine bestimmte Zusammensetzung der Bronze die Annahme einer schönen Patina bedinge. Zu dem Ende sind von zehn durch besonders schöne Patina ausgezeichneten Broncen, die sich an verschiedenen Orten befinden, kleine Proben entnommen und analysirt worden. Jede dieser Proben wurde getheilt und zwei

verschiedenen, anerkannten Chemikern zur Analyse übergeben. Die Ergebnisse derselben sind in den Verhandlungen des Vereins für das Jahr 1864 veröffentlicht<sup>42)</sup>. Sie haben gezeigt, dass die untersuchten Broncen von sehr verschiedener Zusammensetzung sind. Der Kupfergehalt schwankt in ihnen von 77 bis zu 94 p. C. Die Menge des Zinns steigt in einer derselben bis zu 9 p. C., in anderen beträgt sie nur 4 p. C., und einzelne enthalten nicht mehr als 0,8 p. C. Zinn, dagegen bis zu 19 p. C. Zink. Ebenso schwanken die anderen zufälligen Beimischungen wie Blei, Eisen, Nickel. Bei der verschiedensten Zusammensetzung besitzen diese Broncen sämmtlich eine schöne grüne Patina. Es wäre möglich, dass die Zusammensetzung einen Einfluss auf die Zeit übt, innerhalb welcher die Broncen, unter übrigens gleichen Umständen, sich mit der Patina bekleiden; dass aber bei der verschiedensten Zusammensetzung die Annahme der Patina erfolgen kann, darüber lassen die erwähnten Analysen keinen Zweifel.

„Um andere Einflüsse bei der Annahme der Patina kennen zu lernen, wurde eine Anzahl von Büsten aus Bronze an einer Stelle in der Stadt aufgestellt, wo besonders ungünstige Exhalationen stattfinden, und wo verschiedene, ganz in der Nähe befindliche Bronze-Statuen, ohne eine Spur von Patina anzusetzen, sich mit der oben erwähnten unschönen schwarzen Schicht bedeckt haben.

„Durch die Beobachtung, dass an mehreren öffentlichen Denkmälern die dem Publicum zugänglichen Stellen, welche vielfach mit den Händen befasst werden, eine, wenn auch nicht grüne, doch sonst sehr schöne Patina angenommen haben, während alle übrigen Stellen schwarz und unansehnlich sind, kam die mit der Untersuchung beauftragte Commission auf die Vermuthung, dass möglicherweise das Fett die Bildung einer Patina veranlassen könne. Es wurde desshalb eine der aufgestellten Büsten jeden Tag, mit Ausnahme der Regentage, mit Wasser abgespritzt, um sie rein zu erhalten, und ausserdem jeden Monat einmal mit Knochenöl in der Weise behandelt, dass das mit einem Pinsel aufgebrachte Oel sogleich mittelst wollener Lappen wieder abgerieben wurde. Eine zweite Büste wurde ebenfalls täglich mit Wasser gereinigt, erhielt aber kein Oel. Bei einer

dritten, ebenfalls täglich mit Wasser gereinigten, wurde die Behandlung mit Oel nur zweimal des Jahres vorgenommen. Die vierte blieb zum Vergleich ungereinigt und überhaupt ganz unberührt.

„Die erste und die zuletzt genannte Büste sind seit 1864 aufgestellt und auf die angegebene Weise behandelt worden, die dritte und vierte seit Anfang 1866. Es hat sich an ihnen die erwähnte Voraussicht von der Wirkung des Fetts auf das Unzweifelhafteste bestätigt.

„Die monatlich mit Oel behandelte hat eine dunkelgrüne Patina angenommen, die von allen Kunstverständigen für sehr schön erklärt wird. Die nur zweimal im Jahr mit Oel abgeriebene hat ein weniger günstiges Ansehen, und die nur mit Wasser gereinigte hat nichts von der schönen Beschaffenheit, welche die Bronzen durch Ansetzen der Patina erhalten. Die garnicht gereinigte ist ganz unansehnlich, stumpf und schwarz.

„Man kann hiernach als sicher ansehen, dass, wenn man eine öffentlich aufgestellte Bronze monatlich, nachdem sie gereinigt worden, mit Oel abreibt, sie eine schöne Patina annehmen wird.

„In wie weit dieses Abreiben, das bei grösseren Monumenten so häufig schwer auszuführen ist, sich wird beschränken lassen, darüber sollen fortgesetzte Versuche entscheiden, die durch die Büste, welche nur zweimal jährlich mit Oel behandelt wird, bereits eingeleitet sind. Ausserdem hat der Verein noch zwei neue, durch chemische Mittel künstlich patinirte Bronzen aufstellen lassen, um zu erfahren, wie diese sich bei ähnlicher Behandlung bewähren.

„In welcher Weise das Oel bei Bildung der Patina wirkt, ist nicht mit Sicherheit anzugeben. Soviel haben die Versuche gezeigt, dass jeder Ueberschuss an Oel zu vermeiden ist, und dass man das aufgebrachte sogleich mit einem Lappen so weit als möglich wieder entfernen muss. Bleibt überschüssiges Oel zurück, so setzt sich darin Staub fest, und die Bronze erhält ein schlechtes Aussehen. Dass die zurückbleibende geringe Menge von Oel eine chemische Verbindung mit der Oxydschicht der Bronze eingehe, ist nicht anzunehmen, besonders da sich Knochenöl so gut wie Olivenöl bei diesen Versuchen bewährt hat. Wahr-

scheinlich wirkt die dünne Schicht des Oels nur dadurch, dass sie das Anhaften von Feuchtigkeit hindert, durch die sich leicht Staub befestigt, der Gase und Dämpfe absorbiert, und in dem häufig Vegetationen sich bilden. Allein in welcher Weise es auch wirken mag, soviel haben die erwähnten Versuche ergeben, dass das Fett wesentlich die Bildung der Patina befördert.

„Voraussichtlich wird es sich auch noch in anderer Beziehung bewähren. Man hat nämlich die wenig erfreuliche Beobachtung gemacht, dass mit einer schönen Patina bedeckte Bronzen an den Stellen, wo sich Wasserläufe auf ihnen bilden, eine weisse, undurchsichtige, kreideartige Oberfläche annehmen, die im Laufe der Zeit mehr und mehr durch das Wasser fortgespült wird. Eine richtige Behandlung mit Oel wird ohne Zweifel gegen die Bildung dieser kreideartigen Stellen schützen, doch können darüber nur lang fortgesetzte Versuche entscheiden.

„Jedenfalls berechtigt die Anwendung des Oels zu der Hoffnung, dass man fortan auch in grösseren Städten wird schön patinirte öffentliche Broncedenkmäler erlangen können. Sie werden da, wo Kohlen das ausschliessliche Brennmaterial bilden, nicht hellgrün, sondern dunkel, vielleicht sogar schwarz erscheinen; allein sie werden die übrigen schönen Eigenschaften der Patina, die eigenthümlich durchscheinende Beschaffenheit der Oberfläche, besitzen.“

\* \* \*

Ich habe mich bestrebt, Ihnen die zahlreichen Forschungen vorzuführen, welche wir Gustav Magnus auf den verschiedenen Gebieten der Chemie verdanken, in kurzgedrängter Fassung, aber doch eingehend genug, um, so hoffe ich wenigstens, den Ansprüchen dieser chemischen Versammlung zu genügen. Ich könnte hier abrechnen und es der Sorge eines Anderen überlassen, in ähnlicher Weise über die physikalischen Forschungen zu berichten. Allein ich fühle, das Bild meines Freundes, welches aus so einseitiger Schilderung Ihrem Gedächtnisse sich einprägen könnte, würde seines edelsten Schmuckes entbehren, versuchte ich nicht wenigstens, auch die physikalischen Arbeiten, wenn auch nur ihren Hauptzügen

nach, in den Rahmen hineinzudrängen; gehören ja doch seine schönsten und wichtigsten Errungenschaften dem Gebiete der Physik an, und sind überdies fast alle diese Forschungen gerade auch für den Chemiker von der höchsten Bedeutung! Wohl ist es keine leichte Aufgabe, die hier vorliegt, wenn man bedenkt, nach wie vielen Richtungen hin Magnus, wie auf dem Gebiete der Chemie, so der Physik, thätig gewesen ist, da er nacheinander über Molecularerscheinungen, dann in verschiedenen Zweigen der Mechanik, in dem Magnetismus, in der Elektrizität und sogar in der Optik gearbeitet hatte, ehe sich seine Kraft fast ausschliesslich der Wärmelehre zuwenkte, in der er das Höchste geleistet hat.

Die ersten physikalischen oder, ich sollte eigentlich sagen, chemisch-physikalischen, Beobachtungen — denn sie betreffen Erscheinungen, denen Chemiker und Physiker ein gleiches Interesse schenken — hat Magnus schon im Jahre 1827 angestellt<sup>43</sup>). Sie knüpfen sich an die Wahrnehmung Döbereiner's, welche damals grosses Aufsehen erregte, dass sich in einem gesprungenen Cylinder, der mit Wasserstoff gefüllt ist, der Spiegel der Sperrflüssigkeit langsam über das Niveau des Wassers in der Wanne emporhebt. Man hatte geglaubt, das Entweichen des Wasserstoffs durch den Sprung als eine Capillarerscheinung auffassen zu müssen. Magnus zeigt, dass die Capillarität nichts mit der Erscheinung zu thun habe, und spricht die bestimmte Ansicht aus, dass das Entweichen des Wasserstoffs vielmehr einem Verdunstungsprocesse zu vergleichen sei, welche Auffassung er durch Versuche zu beweisen sucht. Hiermit jedoch hat auch die Frage das Interesse für ihn verloren, und mit Erstaunen sehen wir, wie er den Fuss von der Schwelle einer grossen Entdeckung zurückzieht. Wie konnte er es unterlassen, so fragen wir heute, das rückständige Gas in dem Cylinder zu untersuchen, dessen Prüfung ihm alsbald den Schlüssel der Erscheinung in die Hand gegeben hätte? Aber die Entdeckungen, wie die

Früchte, bedürfen der Zeit zu ihrer Reife, und erst fast eine Dekade später war es Thomas Graham vergönnt, den Schleier von jenen wunderbaren Phänomenen hinwegzuziehen, welche sich in dem Döbereiner'schen Versuche in ihrer einfachsten Form der Forschung bieten.

Magnus selbst ist später nur ganz vorübergehend noch einmal auf verwandte Fragen zurückgekommen. Von der Vorstellung ausgehend, dass verschiedenartige Stoffe, je nach der Feinheit ihrer kleinsten Theilchen, eine ungleiche Fähigkeit besitzen könnten, durch sehr dünne Oeffnungen zu dringen, dass z. B. Oeffnungen, welche Wasserstoffgas noch leicht durchlassen, für Sauerstoffgas undurchdringlich sein möchten, beschäftigt er sich mit der Verdunstung des Wassers aus Capillarröhren im schwefelsäuretrockenen Vacuum<sup>44</sup>). Er vergleicht die Verdunstung des Wassers aus engeren und weiteren Röhren, indem er es für möglich hält, dass die Wassermoleculen aus den weiteren Röhren leichter entweichen als aus den engeren. Der Versuch zeigt indessen gerade das Gegentheil, zweifelsohne, weil enge Röhren dem Verdunstungsprocesse eine verhältnissmässig grössere Oberfläche bieten.

Die eben genannten beiden kleinen Aufsätze sind die ältesten physikalischen Studien unseres Fremdes. Es würde sich aber nicht empfehlen, auch für die Betrachtung seiner grösseren physikalischen Arbeiten die Ordnung der Zeitfolge beizubehalten. Die Schilderung wird an Durchsichtigkeit gewinnen, wenn wir, wie bei dem Rückblick auf seine chemischen Leistungen, die gleichartigen Untersuchungen zusammenfassen, obwohl sie hier zum Oefteren erst nach Jahren wieder aufgenommen und wieder erst nach Jahren vollendet werden.

Werfen wir zunächst einen Blick auf seine Thätigkeit in dem Gebiete der Mechanik.

Die Fortschritte der Hydrodynamik hatte Magnus schon frühzeitig, jedenfalls schon während seines ersten Aufenthaltes in Paris (1829), wo er, zu Felix Savart in nähere Be-

ziehung getreten war, mit dem lebhaftesten Interesse verfolgt. Seine eigenen Arbeiten<sup>45)</sup> auf diesem Felde gehören indessen erst einer viel späteren Zeit an.

Zweck dieser Arbeiten ist die Klärung der noch immer mangelhaften theoretischen Anschauungen über die Bewegungserscheinungen der Flüssigkeiten. Zunächst sind es die Apparate, welche Magnus mit der ihm für die Lösung solcher Aufgaben eigenthümlichen Begabung vereinfacht. Diese verbesserten Hilfsmittel, mit deren Besitz die Anstellung hydraulischer Versuche wesentlich erleichtert wird, gestatten ihm alsbald, eine grosse Reihe neuer und interessanter Erscheinungen zu beobachten, welche das dem Theoretiker zur Verfügung stehende Erfahrungsmaterial, zumal nach der schon von Savart angebahnten Richtung hin, in mannichfaltiger Weise erweitern.

Eine grosse Anzahl der von Magnus ausgeführten Versuche betrifft die bekannte auffallende Erscheinung, dass der flüssige Strahl, wenn er sich durch andere flüssige Mittel, ob tropfbar, ob gasförmig, bewegt, diese Mittel in seine Bewegung mit hineinzieht.

Der Strahl, indem er die vor ihm liegende Masse stösst und in Bewegung setzt, dabei aber selbst von seiner Bewegung verliert, breitet sich während seines Fortschreitens mehr und mehr aus, weil bei verminderter Geschwindigkeit die bewegte Masse zunimmt. Durch einen gegebenen Querschnitt desselben muss also mehr Wasser fliessen, als aus dem nachfolgenden unmittelbar zuströmen kann; es entsteht in gewissem Sinne ein verdünnter Raum, und der nach aussen gerichtete Druck der Flüssigkeit vermindert sich im Strahle während seiner Bewegung; ein Ueberdruck von Aussen nach Innen macht sich geltend, welcher das seitlich gelegene Wasser in den Strahl hineintreibt.

Mit Hülfe dieser einfachen Vorstellung erklärt Magnus in befriedigender Weise eine Reihe hierhergehöriger Vor-

gänge, nachdem er sich vorher durch zahlreiche und vielfach abgeänderte Versuche überzeugt hatte, dass sich der flüssige Strahl bei der Bewegung durch Flüssigkeiten in der That unter allen Umständen nach vorn ausbreitet. Auch das Plätschern des Wassers und die Wassertrommel, welche später von Tyndall und von Buff in eingehender Weise studirt worden sind, hat Magnus im Laufe dieser Untersuchungen in den Kreis der Betrachtung gezogen. Die wichtigste Verwerthung hat der von ihm aufgestellte Satz jedoch in einer anderen Reihe von Untersuchungen gefunden, insofern er mit seiner Hülfe die Abweichung der Wurfgeschosse aus ihrer Bahn erklärt hat.

In der zweiten Abhandlung theilt Magnus seine Erfahrungen über die Wirkung mit, welche zwei flüssige Strahlen aufeinander ansüben, und bespricht bei dieser Gelegenheit mannichfaltige, oft sehr eigenthümliche Gebilde, welche das Wasser zweier zusammentreffender Strahlen hervorbringen kann. Auch hier ist es wieder die Beseitigung experimentaler Schwierigkeiten, welche er mit gewohntem Erfolge anstrebt. Es handelt sich darum, zwei Strahlen von genau gleicher Geschwindigkeit zu erhalten. Zu dem Ende wird der Wasserbehälter mit einem weiten Ansatzrohre versehen, welches sich möglichst nahe beim Austritt in zwei etwas engere Schläuche von gleicher Länge verzweigt. Letztere tragen Messingfassungen, in welche Mundstücke von verlangter Beschaffenheit eingeschraubt werden.

Auf das Verhalten zusammenstossender Strahlen sucht nun Magnus die Gestaltungen zurückzuführen, welche der ausfließende Strahl je nach der Form der Ausflussöffnung annimmt. Die ausgedehnten Versuchsreihen, die er im Sinne dieser Auffassungen angestellt und auf das Genaueste beschrieben hat, sind ein bleibender Erwerb der Wissenschaft, auch wenn die von ihm gegebene Erklärung der beobachteten

Erscheinungen nicht von allen Physikern mit gleichem Beifall aufgenommen worden ist.

In seiner letzten hydraulischen Arbeit beschäftigt sich Magnus mit den eigenthümlichen Anschwellungen, welche an Flüssigkeitsstrahlen, wenn sie aus kreisrunder Oeffnung austreten, in Folge von Erschütterungen und selbst schon unter dem Einflusse lang anhaltender Töne zum Vorschein kommen. Savart, welcher diese Erscheinungen zuerst einer eingehenden Prüfung unterwarf, hat dieselben von einer durch die Erschütterung beschleunigten Auflösung des zusammenhängenden Theils des Strahls in Tropfen abhängig zu machen gesucht. Zu derselben Erklärung führen auch die Versuche von Magnus. Eine grosse Schwierigkeit bietet bei derartigen Untersuchungen die scharfe Beobachtung des Strahls in seinen Einzelheiten. Keines der bereits angewendeten Hilfsmittel, welche nacheinander mit grosser Sorgfalt geprüft werden, führt ihm zu befriedigenden Ergebnissen. Ein glücklicher Griff räumt alle Hindernisse aus dem Wege. In einer um ihre Axe drehbaren Scheibe ist in der Richtung des Radius ein einziger Querschnitt von nicht mehr als 1 mm Breite angebracht. Diese Scheibe stellt Magnus in geringer Entfernung von dem zu beobachtenden Strahl auf und lässt sie mit solcher Geschwindigkeit rotiren, dass er, durch die Spalte blickend, den Strahl fortwährend zu sehen glaubt, obwohl das Licht immer nur nach Vollendung je einer Umdrehung in's Auge gelangen kann. Findet die Beobachtung statt, während sich die Spalte von unten nach oben, d. h. also der Richtung des senkrecht niederfliessenden Strahls entgegen, bewegt, so erscheinen die betrachteten Wassermassen scharf und unverzerrt in ihrer augenblicklichen Gestalt. Als Mittel, während längerer Zeit einen schwachen Ton zu erhalten, d. h. in regelmässiger Folge eine Reihe von leichten Erschütterungen zu bewirken, dient ihm bei diesen Versuchen der bekannte Neeff'sche Hammer, der mit dem Behälter,

aus dem das Wasser ausfliesst, in Verbindung stehend, den Strahl selbst in eine kaum merkbar zitternde Bewegung versetzt.

In enger Beziehung zu den hydraulischen Arbeiten, deren eingehende Erörterung die Grenzen dieser Skizze überschritten haben würde, steht die zu Anfang der fünfziger Jahre von Magnus angeführte Untersuchung über die Abweichung der Geschosse, welche sich ebensowohl durch die Eleganz der Versuche als durch den Scharfsinn der an die Versuche anknüpfenden theoretischen Erörterungen auszeichnet. Diese grosse Arbeit erschien zuerst in den Denkschriften der Berliner Akademie und dann in Poggendorff's Annalen<sup>46</sup>). Bei dem grossen Interesse, welches die allgemeine Einführung gezogener Geschütze der behandelten Frage zuwendete, waren die Extraabdrücke, welche von der in den Denkschriften veröffentlichten Abhandlung in den Handel gekommen waren, schnell vergriffen, und Magnus hat daher später noch eine besondere vermehrte und verbesserte Ausgabe veranstaltet<sup>47</sup>). Versuchen wir, wenn auch nur in dürftigstem Umrisse, ein Bild dieser wichtigen Forschung zu gewinnen.

Bewegte Luft erfährt bekanntlich durch jeden Widerstand, der sich ihrer Richtung entgegenstellt, eine Verdichtung, also auch eine vermehrte Spannung, die dann ihrerseits wieder Druck und Bewegung erzeugen kann; so der Luftstrom welcher auf das Segel oder auf den Flügel der Windmühle auftrifft. Ein solcher Widerstand wird auch durch eine ruhende Luftmasse veranlasst, wenn sie einem Luftstrome, d. h. einer bewegten Luftmasse, gegenübersteht. Ruhende ebenso wie bewegte Luft nehmen bei diesem Zusammenreffen eine grössere Dichtigkeit an und können auf solche Weise Quelle der Bewegung, sowohl für umgebende Luftmassen als auch für starre, in diese Luftmassen eingetauchte Körper werden. Umgekehrt vermindert sich die Dichtigkeit gespannter Luft, sobald sie in Bewegung gesetzt wird, und

gleichzeitig verringert sich auch der Druck, den sie auf ihre Umgebung ausübt.

Handelt es sich um das Studium der Beziehungen zwischen einem starren Körper und der auf ihn einwirkenden Luft, so braucht kaum bemerkt zu werden, dass die Erscheinungen ganz dieselben bleiben, ob der Luftstrom an dem Körper vorüberziehe, oder ob der Körper sich mit gleicher Geschwindigkeit durch die Luft bewege.

In beiden Fällen wird stets eine dünne, den starren Körper umspülende Lufthülle an seiner scheinbaren oder wirklichen Bewegung Theil nehmen, und es ist einleuchtend, dass diejenigen Lufttheile, welche der Körper vor sich herschiebt, sich verdichten und daher gegen ihn drücken müssen, während diejenigen, welche er mit sich zieht, seitwärts und rückwärts einen verdünnten Raum lassen, mithin eine Verminderung des allgemeinen Luftdrucks nach diesen Richtungen bedingen werden.

Diese Grundsätze, obschon wesentlich in dem Boden der Erfahrung wurzelnd, lassen sich gleichwohl nur schwierig zur unmittelbaren Anschauung bringen; sind sie ja selbst der Rechnung bis jetzt nur unvollkommen zugänglich gewesen. Indem Magnus das Studium dieser Fragen aufnimmt, zeigt sich alsbald wieder sein wunderbares Talent für die Bewältigung experimentaler Schwierigkeiten; ein von ihm construirter höchst sinnreicher Apparat erlaubt auch dem auf dem Gebiete der Mechanik nur wenig Bewanderten die eben angeführten Grundwahrheiten im Versuche zu bethätigen. Und was hier für die Theorie erworben ist, bleibt begreiflich nicht lange ohne praktische Verwerthung. Magnus knüpft an seine Versuche die in hohem Grade scharfsinnige Erklärung der von den Artilleristen längst festgestellten Abweichung der Rundgeschosse aus ihrer Flugbahn.

Bei den kugelförmigen Geschossen fällt erfahrungsgemäss der Schwerpunkt selten mit dem geometrischen Mittelpunkt

zusammen. Die Folge ist, dass sie, sei es schon im Rohr durch die Triebkraft der Pulvergase, sei es während ihres Fluges durch den Druck der Luft, eine rotirende Bewegung um ihren wirklichen Schwerpunkt annehmen, eine rotirende Bewegung, welche die fortschreitende begleitet, und deren Axe die Flugbahn winkelrecht durchkreuzt.

Es ist bekannt, dass ein rotirender Körper die ihn umgebende Lufthülle bis zu einer gewissen nicht ganz unbedeutlichen Entfernung hin mit in den Kreis seiner Bewegung hineinzieht. Jedermann denkt dabei an den mehr oder weniger starken Luftzug, den er in der Nähe des Schwungrades einer Dampfmaschine empfunden hat. So dreht sich denn auch mit dem um seine Schwerpunktsaxe rotirenden Rundgeschosse eine Lufthülle. Diese Lufthülle muss aber, in Uebereinstimmung mit den oben gegebenen Erörterungen, da, wo die fortschreitende Kugel gegen die Atmosphäre andringt, verdichtet, an der gegenüberliegenden Seite verdünnt werden. Es wird also auf der zuerst betrachteten Seite ein Ueberdruck entstehen, welcher stetig fortwirkend der Kugel eine Bewegung seitlich zur Fluglinie einflösst. Die Richtung dieser Ablenkung wird von dem Winkel abhängig sein, welchen die Rotationsaxe des Geschosses mit der Ebene seiner Flugbahn, d. h. der durch die Fluglinie gelegten senkrechten Ebene, bildet. Hat sich die Rotationsaxe winkelrecht zur Ebene der Flugbahn gestellt, so wird die Kugel zwar in dieser Ebene beharren, wohl aber die Fluglinie verändern; bei jeder andern Lage der Axe muss sie auch aus der Ebene der Flugbahn heraustreten.

Bei Kugelgeschossen, welche aus gezogenem Geschützrohre entsendet werden, kann diese Art der Abweichung nicht stattfinden. Durch den Einfluss der Züge wird die Kugel eine Drehung annehmen, deren Axe der Cylinderaxe des Geschützes parallel ist, welche also winkelrecht zur Richtung der Wurfbewegung stattfindet. Nach dem Gesetze der

Trägheit bleibt die Lage der Rotationsaxe dem Geschosse, auch nachdem es den Lauf verlassen hat, und solange die Kugel verhindert ist, sich um eine die Flugbahn durchschneidende Rotationsaxe zu drehen, sind auch die Bedingungen für die Abweichung nicht länger gegeben.

Wiederum anders gestalten sich die Erscheinungen, wenn statt der Kugeln längliche, zumal cylindrische Geschosse mit konischer Zuspitzung nach vorn aus gezogenen Geschützen abgefeuert werden. Bei diesen gewahrt man wieder eine allerdings nur unbedeutende Abweichung, welche das Charakteristische zeigt, dass sie stets nach derselben Richtung stattfindet, nämlich nach der Rechten des Beschauers, welcher hinter dem Geschütze steht und über den Lauf desselben hinblickt.

Die Züge, wie sie die heutige Artillerie in die Geschütze einschneidet, sind immer in demselben Sinne gewunden, nämlich so, dass, wenn ein Beobachter hinter dem Geschütz dies ansieht und die Richtung verfolgt, in welcher ein Punkt sich in dem Zuge von ihm fortbewegt, dieser in dem oberen Theile des Rohrs von links nach rechts und in dem unteren von rechts nach links oder, um es kürzer auszudrücken, wie der Zeiger einer Uhr geht. In demselben Sinne erhalten begreiflich die Geschosse, welche diesen Zügen folgen müssen, eine Drehung um ihre Längensaxe. Magnus bezweifelt nicht, dass, wenn ein Langgeschoss aus einem Geschützrohre geschleudert würde, in welchem die Windungen der Züge im entgegengesetzten Sinne, also umgekehrt wie der Zeiger der Uhr, liefen, die Seitenabweichung des Geschosses zur Linken des Beobachters eintreten müsste.

Für die Richtigkeit dieser Vorstellung spricht eine Reihe schöner Versuche, durch welche Magnus die wirklichen Vorgänge veranschaulicht, und an welche anknüpfend er seine Auffassung mit allgemein anerkannten Sätzen der Mechanik in Einklang bringt. Zuerst macht er darauf aufmerksam, dass die Längensaxe des Geschosses, um welche

dasselbe rotirt, nicht genau eine Tangente der Flugbahn sein oder wenigstens nicht bleiben kann. Diese Abweichung der Rotationsaxe von der Tangente müsste eigentlich, so könnte man denken, eine immer grössere werden; denn die Trägheit strebt die ursprüngliche Richtung dieser Axe unverändert zu erhalten, während das Geschoss von dem Augenblick an, in dem es den Lauf verlässt, der Einwirkung der Schwere Folge leistet. Es ist gleichwohl nachgewiesen, dass diese Abweichung der Rotationsaxe von der tangentialen Richtung zur Flugbahn nur sehr unbedeutend ist, und es muss demnach eine Ursache vorhanden sein, durch welche die Spitze des Geschosses eine nach und nach eintretende Senkung erfährt.

Magnus findet diese Ursache in dem Widerstande der Luft, durch welche das Geschoss, sobald seine Axe aus der ursprünglichen tangentialen Richtung zur Flugbahn heraustritt, getroffen wird. Die Wirkung dieses Druckes strebt, das fliegende Geschoss um den Schwerpunkt seiner Rotationsaxe zu drehen und zwar so, dass das vordere Ende sich hebt. Aber diese Hebung wird nur eine äusserst geringe sein, auch folgt derselben unmittelbar eine Ablenkung nach rechts und Senkung der Spitze, indem der Luftdruck auf das rotirende Geschoss gerade so wirkt, wie etwa ein seitlicher Stoss auf den um eine senkrechte Axe rotirenden Kreisel. Denn wie die Rotationsaxe des Kreisels, durch den Stoss aus der Verticalen abgelenkt, nunmehr in eine langsame im Sinne der rotirenden Kreiselmasse erfolgende Drehung um eine Kegeloberfläche geräth, so wird auch die Axe des rechts rotirenden Geschosses unter dem Einflusse des Luftdruckes, welcher seine Spitze hebt, eine äusserst langsame konische Bewegung gewinnen, welche eine Ablenkung der Spitze nach rechts und eine gleichzeitige Senkung bedingt.

„In Folge hiervon“, sagt Magnus, „nimmt das Geschoss eine gegen die Richtung des Widerstandes der Luft schräge Lage an, und dadurch wird dasselbe bei seinem ferneren Fortschreiten

nach der Seite hinübergedrückt, nach welcher die Spitze gewendet ist, indem der Widerstand der Luft gegen dasselbe wie gegen eine schiefe Ebene wirkt und so die Abweichung hervorbringt. Dadurch hat es den Anschein, als ob der Druck der Luft gegen den hinteren Theil des Geschosses grösser als gegen den vorderen sei, während er in der That gegen den vorderen Theil grösser als gegen den hinter dem Schwerpunkte liegenden ist.“

Am Schlusse seiner meisterhaften Untersuchung macht Magnus noch darauf aufmerksam, dass die Abweichung der Langgeschosse, die während des Flugs um ihre Längsaxe rotiren, sehr wesentlich von ihrer Gestalt und ihrer Lage gegen den Luftwiderstand abhängig ist. Wie die Abweichung eintreten wird, lässt sich jedoch bis jetzt nur auf dem Wege der Erfahrung bestimmen. So wünschenswerth für die Wurfgeschosse eine möglichst kleine Abweichung erscheine, so sei doch die Wahl einer Gestalt des Geschosses, bei welcher keine Abweichung stattfindet, wenn auch theoretisch denkbar, gleichwohl für die Praxis nicht in aller Strenge durchzuführen und deshalb nicht einmal empfehlenswerth.

Magnus ist später noch einmal auf diesen Gegenstand zurückgekommen, indem er eingehend eine gelegentlich der vorerwähnten Untersuchungen ersommene Vorrichtung beschreibt<sup>48)</sup>, welche in hohem Grade geeignet ist, die mannichfaltigen, von dem Beharrungsvermögen rotirender Körper abhängigen, oft höchst überraschenden Erscheinungen zur Anschauung zu bringen. Es ist dies der unter dem Namen Polytrop längst bekannt gewordene Apparat, welcher bereits in viele physikalische Lehrbücher übergegangen ist und in keinem physikalischen Cabinet mehr fehlen dürfte.

\* \* \*

Den rein magnetischen Erscheinungen hat Magnus nur vorübergehend seine Aufmerksamkeit geschenkt. Die hier zu nennende Arbeit über den Einfluss des Ankers beim

Magneten<sup>49)</sup> fällt in eine Zeit, in der das Gebiet des Magnetismus durch die Entdeckung des Elektromagnetismus bereits ungemein erweitert, aber doch nur erst den Hauptzügen nach erforscht war; es handelte sich daher hier auch nicht um die Eröffnung neuer Bahnen sondern um den Ausbau des bereits erschlossenen Feldes. In der That ist das Hauptergebniss dieser Arbeit, nämlich, dass die Entfaltung des Magnetismus in Eisen- und Stahlstäben Zeit bedürfe, im Sinne der gegenwärtigen Auffassung des Magnetismus in so hohem Grade naturnothwendig, dass dem heutigen Leser die mitgetheilten Versuche mehr zur Selbstbelehrung über bereits verständliche als zur Erklärung noch unverständlicher Erscheinungen unternommen zu sein scheinen.

Weit eingehender hat sich unser Freund mit der Electricitätslehre beschäftigt. Auf diesem Felde tritt er sogleich mit einer Arbeit von grosser Wichtigkeit für die Theorie hervor. Seine ersten Versuche betreffen eine von Sturgeon beobachtete aber unerklärt gelassene Erscheinung<sup>50)</sup>. Sturgeon hatte gefunden, dass, wenn man statt eines massiven Eisencylinders ein Bündel von Eisendrähten in die primäre Rolle eines Inductionsapparates einschiebt, die Wirkung des letzteren beim Oeffnen der Kette wesentlich erhöht wird.

Indem Magnus diese Erfahrung zu erklären versucht, weist er durch die Beobachtung der Wirkung von Elektromagneten auf eine entfernte Magnetnadel nach, dass die erhöhte inducirende Kraft der Drahtbündel nicht von einem verstärkten Elektromagnetismus begleitet ist.

Ein glücklicher Versuch liefert ihm alsdann den Schlüssel der Erscheinung. Das in die Inductionsrolle eingeschobene Drahtbündel wird mit einer geschlossenen cylindrischen Metallhülle umgeben; augenblicklich erlischt die Fähigkeit des Drahtbündels, die Intensität der Induction zu verstärken, um alsbald in ihrer ganzen Grösse wieder zum Vorschein zu kommen, wenn die Metallhülle ihrer Länge nach aufgeschlitzt

wird. Damit aus diesem Versuche die kräftigere Wirkung des Eisendrahtbündels erhelle, erinnert Magnus an die Erklärung, welche Faraday von der Thatsache gegeben hat, dass das Aufrollen des Leiters zu einem Gewinde die Stromwirkung beim Oeffnen vermehrt.

Der ein Gewinde durchlaufende elektrische Strom erzeugt im Augenblicke seines Verschwindens in der Masse des Gewindes einen gleichgerichteten Strom, dem eine um so grössere elektromotorische Kraft zu Grunde liegt, je rascher die Unterbrechung erfolgt, daher der sogenannte Extrastrom heftige Muskelzuckungen bewirkt und sogar einen Funken durch die Luft zu senden vermag.

Umgiebt das Gewinde einen geschlossenen Leiter, so wird bei der Unterbrechung des Stromes auch in diesem Leiter eine elektromotorische Kraft entwickelt, welche einen dem ursprünglichen Strome gleichgerichteten Strom veranlasst. In Folge dieser gleichen Richtung aber muss der neue Strom während seines Anschwellens, weil er dem verschwindenden Strome des Gewindes einen entgegengesetzten Strom inducirt, die Steigerung der elektromotorischen Kraft im Augenblicke des Oeffnens der Kette mehr oder weniger stören.

Ist der in das Gewinde eingeschobene geschlossene Leiter ein eiserner Cylinder, so wird derselbe ausser der gedachten Störung, welche er, wie jeder andere geschlossene Leiter, in der Steigerung der elektromotorischen Kraft beim Oeffnen der Kette verursacht, noch eine weitere Wirkung ausüben, welche durch den Umstand bedingt ist, dass sich der eiserne Cylinder durch den in dem Gewinde circulirenden Strom in einen Magneten verwandelt hat. Da sich der Magnetismus des Eisenkerns als ein elektrischer Strom auffassen lässt, welcher dieselbe Richtung hat wie der ihm hervorbringende ursprüngliche Strom des Gewindes, so wird im Augenblicke des Oeffnens der Kette der im Eisen verschwindende Magnetismus auch gerade so wirken wie der im Gewinde ver-

schwindende elektrische Strom. Beide, in demselben Sinne ausgeübte Wirkungen unterstützen sich und bedingen mithin die Entwicklung einer grösseren elektromotorischen Kraft beim Unterbrechen des Hauptstromes.

Es leuchtet ein, dass von den beiden im entgegengesetzten Sinne auftretenden Wirkungen, welche der Eisencylinder, einmal als geschlossener Leiter, dann aber als Magnet auf die Entfaltung der elektromotorischen Kraft beim Oeffnen der Kette ausübt, nur die Differenz zur Geltung kommen kann. Gelänge es, einen Elektromagneten zu erzeugen, der nicht auch gleichzeitig ein geschlossener Leiter wäre, so würde die ganze verstärkende Wirkung des verschwindenden Magnetismus, der bei der Stromunterbrechung auftretenden elektromotorischen Kraft zu Gute kommen können.

Ein solcher Fall aber ist, nach der Auffassung von Magnus, eingetreten, wenn wir statt eines massiven Eisencylinders ein aus dünnen Eisendrähten gebildetes Bündel in das Gewinde einschieben, durch welches der ursprüngliche Strom sich bewegt. Ein solches Drahtbündel ist kein geschlossener Leiter mehr, und die ungünstige Inductionswirkung, welche die Steigerung der elektromotorischen Kraft bei der Unterbrechung des Stromes stören würde, fällt weg.

Als weiteren Beweis, dass die schöne Erklärung, welche er für die von Sturgeon beobachtete Erscheinung gegeben hat, richtig sei, führt Magnus noch die Thatsache an, dass auch mit einem hohlen Eisencylinder die gesteigerte Wirkung der Drahtbündel erzielt wird, wenn man nur Sorge getragen hat, die Wand des Cylinders der Länge nach aufzuschlitzen.

Eine andere wichtige Arbeit von Magnus betrifft die thermo-elektrischen Ströme<sup>51)</sup>, und zwar diejenige Art von Thermoströmen, welche in nur aus einem einzigen Metalle bestehenden geschlossenen Leitern hervorgerufen werden können.

Er zeigt zunächst, dass dergleichen Ströme bei vollkommener Gleichartigkeit des leitenden Metalles in seinen chemi-

schen sowohl als physikalischen Eigenschaften nicht entstehen, dass aber schon Verschiedenheiten in der Härte zur Hervorbringung von Strömen hinreichen. Erhitzt man z. B. einen Draht, der dadurch hart geworden ist, dass man ihn mehrere Male durch ein Zieheisen hatte gehen lassen, an einer Stelle so stark, dass er weich wird, und erwärmt alsdann die Stelle, wo der Uebergang vom harten zum weichen Theile stattfindet, auf  $100^{\circ}$ , so erhält man einen Strom.

Auf diese Erfahrungen hin construirt Magnus eine Art elektrischer Säule aus einem Metalle, mit deren Hülfe die Erscheinung in Vorlesungen höchst elegant und überzeugend zur Anschauung gebracht werden kann. Zu dem Ende werden an einem harten Messingdrahte mehrere Stellen, alle von gleicher Länge, etwa 0,15 m, durch Glühen weich gemacht, indem man zwischen ihnen immer Stellen von derselben Länge hart lässt. Alsdann wird der Draht um ein Holzgestell gewunden, das aus zwei sich kreuzenden Brettchen besteht, und zwar so, dass die Theile des Drahtes, wo harte und weiche Stellen aneinander stossen, in die Mitte der kurzen Seiten des oblongen Ralms fallen. Eine solche Säule von Messingdraht ist wirksam genug, um durch Erwärmung einiger Paare an der einen Seite die Nadel eines empfindlichen Galvanometers zu einem starken Ausschlag zu bringen.

Magnus macht noch darauf aufmerksam, dass sich die hier beschriebenen Ströme wesentlich von denjenigen unterscheiden, welche dadurch entstehen, dass zwei Stücke desselben Metalles, von welchen das eine wärmer ist als das andere, miteinander in Berührung kommen. Solche Ströme fand er bei allen Metallen, die er in Draht- oder Stabform benutzen konnte. Bei der Berührung von kaltem mit warmem Quecksilber blieben sie aus.

Für einen Naturforscher, dessen Auge die verschiedensten Gebiete der Physik und Chemie mit gleicher Sicherheit überschaute, lag es nahe, auch die elektrochemischen Erscheinungen

mit in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. In der That verdanken wir denn auch Magnus mehrere Arbeiten, welche zur Erweiterung unserer Kenntniss dieser Erscheinungen wesentlich beigetragen haben<sup>52</sup>).

Faraday hatte noch der alten Vorstellung gehuldigt, dass das Salz eines Alkali's oder einer alkalischen Erde mit einer Sauerstoffsäure durch die Kraft des elektrischen Stromes in Base (Metalloxyd) und Säure zerlegt werde. Dagegen hatte Daniell später gezeigt, dass der Strom, auf eine solche Salzlösung einwirkend, neben der Base Wasserstoff und neben der Säure Sauerstoff ausscheidet, dass man also, um jene ältere Annahme beibehalten zu können, sie mit der weiteren Annahme verbinden müsse, der Strom besitze der Salzlösung gegenüber eine zweifach zersetzende Kraft, welche sich einmal auf das Salz, dann aber auf das Wasser erstrecke. Weitere gemeinschaftlich mit Miller ausgeführte Untersuchungen führten ihn schliesslich zu der Ansicht, jener scheinbare Widerspruch könne leicht durch die Vorstellung gehoben werden, dass die Elektrolyse der Alkalisalze gerade so erfolge wie die der Salze schwerer Metalle, dass nämlich der Strom zunächst eine Spaltung in Metall und eine sauerstoffreiche Atomgruppe (das Säureradical) bewerkstellige, und dass erst in zweiter Instanz das Metall durch Wasserzersetzung und unter Wasserstoffentwicklung sich in Metalloxyd verwandle, die sauerstoffreiche Atomgruppe aber in Sauerstoff und eine sauerstoffärmere Gruppe zerfalle, welche mit den Elementen des Wassers sich verbindend die Säure erzeuge.

In einem Kreise chemischer Fachgenossen, wie er in dieser Gesellschaft vereinigt ist, brauche ich nicht die Schönheit und Einfachheit dieser Hypothese hervorzuheben; sehen wir doch mit ihrer Annahme alsbald die letzte Schranke fallen, welche man zwischen den Salzen der Wasserstoff- und Sauerstoffsäuren noch vertheidigen könnte!

Prüfung dieser Hypothese ist nun zunächst Gegenstand

einer Reihe eingehender Versuche, angestellt mit einer Umsicht in der Anlage und einer Sorgfalt in der Ausführung, wie sie eben nur Magnus eigen sind. Allein, wie bewundernswerth immer die Versuche, wie ergiebig die Ernte des Thatsächlichen, mit welcher sie die Wissenschaft bereichern, ich handelte gewiss nicht in dem Sinne unseres geschiedenen Freundes, dem die Wahrheit über Alles ging, wollte ich verschweigen, dass die Schlüsse, welche er aus seinen Beobachtungen ziehen zu dürfen glaubte, im Augenblicke nicht mehr getheilt werden. Darf doch neben solcher Fülle des Lichtes auch der leichte Schatten nicht fehlen!

Im Laufe seiner elektrolytischen Versuche beobachtet Magnus in der That manche Erscheinungen, welche sich, auf den ersten Blick wenigstens, mit der Auffassung der beiden englischen Physiker nicht vereinigen lassen; dennoch würden wir die Hypothese derselben durch seine Untersuchungen nur dann für entkräftet halten dürfen, wenn es ihm gelungen wäre, eine befriedigende Erklärung der wahrgenommenen Erscheinungen an ihre Stelle zu setzen.

So hat sich Magnus durch sehr genaue Versuche überzeugt, dass bei der Zersetzung des Natriumsulfats in getrennten Compartmenten der Zersetzungszelle am negativen Pole allerdings äquivalente Mengen Natriumhydrat und Wasserstoff ausgeschieden werden, dass aber am positiven Pole mehr Sauerstoff auftritt, als im Sinne der Daniell-Miller'schen Hypothese der frei gewordenen Schwefelsäure entsprechen würde, und er ist geneigt, in diesem Versuche einen entscheidenden Beweis gegen die Richtigkeit derselben zu erblicken. Allein diese Hypothese wirft ein so überraschendes Licht auf die elektrolytischen Vorgänge und gewährt eine so weitgehende Bestätigung des elektrolytischen Gesetzes, dass man auf eine vereinzelte Ausnahme, wie sie in dem gedachten Versuche wahrgenommen wird, sich eines so werthvollen Hilfsmittels für das Verständniss der Erscheinungen nicht wird begeben

wollen, ehe man alle Mittel erschöpft hat, um, was sich in dem besonderen Falle als abweichend darstellt, mit dem in allen anderen Fällen Beobachteten in Uebereinstimmung zu bringen.

Die Bedenken gegen die Daniell-Miller'sche Hypothese, welche Magnus aus seinen Arbeiten erwachsen, stützten sich, wie hier nur flüchtig angedeutet zu werden braucht, auf die damals sehr allgemein verbreitete Meinung, dass der Strom in wässerigen Gemischen innerhalb gewisser Grenzen nur ganz bestimmte Verbindungen elektrolysire, dass z. B. in einer Kupferlösung, selbst bei Gegenwart überschüssiger Säure, durch Ströme von verhältnissmässig geringer Stärke nur das Kupfersalz und nicht die Säure zersetzt werde.

In Folge dieser Auffassung übersah Magnus bei seinen Versuchen über die Elektrolyse des Natriumsulfats den Einfluss der am positiven Pole auftretenden Säure. Gegenwärtig weiss man, dass die Elektrizität bei ihrer Bewegung durch zusammengesetzte Flüssigkeiten keinen der darin befindlichen Elektrolyten verschmäh't; wenn man daher erwägt, dass das Schwefelsäurehydrat als Elektrolyt, sobald es freigeworden, der Einwirkung des Stromes nicht entgehen kann, so versteht man alsbald, warum am negativen Pole mehr Natriumhydrat, als der am positiven Pole auftretenden Säuremenge entspricht, in Freiheit gesetzt werden muss, und die aus dieser Beobachtung hervorgehenden Bedenken gegen die Hypothese der englischen Physiker sind ohne Schwierigkeit gehoben.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass sich auch Magnus den Ansichten, die hier als die jetzt geltenden bezeichnet worden sind, in späteren Jahren nicht verschlossen hat, zumal nachdem Buff<sup>53)</sup> die bezeichneten Verhältnisse in so überzeugender Weise dargelegt hatte. Er ist aber auf diese Untersuchungen nicht mehr zurückgekommen, und so trifft es sich, dass er zuweilen noch als Gewährsmann für Auffassungen genannt wird, welche keine Bedeutung mehr haben. Eine Revision des

theoretischen Theiles dieser Arbeiten wäre um so wünschenswerther gewesen, als die thatsächlichen Wahrnehmungen, welche er bei seinen elektrolytischen Untersuchungen und insbesondere bei seinen Versuchen über die Elektrolyse mehrfach zusammengesetzter Verbindungen machte, die wesentliche Grundlage unserer Kenntniss dieser Erscheinungen bilden.

Der von Magnus auf diesem Felde ermittelten That-sachen ist eine überaus grosse Anzahl, von denen hier Bei-spiels halber nur einige angeführt werden sollen. So findet er, dass neutrales schwefelsaures Eisenoxyd unter der Ein-wirkung des Stromes unmittelbar oder mittelbar in Oxydulsalz, das sich am negativen Pole ausscheidet, und in Sauerstoff und Schwefelsäure zerfällt, welche am positiven Pole auftreten. Lösungen von Kupferchlorür und Kupferchlorid, durch welche man gleichzeitig den Strom leitet, werden so zerlegt, dass sich in ersterer noch einmal so viel Kupfer ausscheidet als in letz-terer. Ganz ähnliche Erscheinungen beobachtet man bei der Elektrolyse einer wässerigen Lösung von Zinnchlorür und Zinn-chlorid. Für dieselbe Menge Sauerstoff, welche im Voltameter auftritt, wird aus dem Chlorür gerade doppelt so viel Zinn niedergeschlagen als aus dem Chlorid. Reine Jodsäure wird so zerlegt, dass für je 5 Mol. Sauerstoff, welche sich am positiven Pole entwickeln, 2 Mol. Jod am negativen Pole er-scheinen. Die Ueberjodsäure zerfällt bei der Elektrolyse zu-nächst in Jodsäure und Sauerstoff, denn im Anfange des Ver-suches beobachtet man nichts anderes als eine Entwicklung von Sauerstoff.

Ausser den bereits genannten elektrischen Arbeiten liegen von Magnus noch einige Beobachtungen über Inductions-ströme vor, welche nur flüchtig erwähnt zu werden brauchen.

Gegen Ende der fünfziger Jahre hatte sich das allgemeine Interesse der Physiker den Geissler'schen Röhren zugewendet. Auch Magnus hat die prachtvollen Erscheinungen, welche diese Röhren bieten, mit Aufmerksamkeit verfolgt und der

Berliner Akademie einige seiner Beobachtungen mitgetheilt <sup>54</sup>). Bekanntlich hüllt sich beim Uebergang des Inductionsstroms durch die Luft vorzugsweise die negative Elektrode in blaues Licht. Besonders schön und deutlich zeigt sich die Erscheinung, wenn der Unterbrechungsstrom in einer Geissler'schen Röhre überspringt, welche stark verdünnte atmosphärische Luft enthält. Häufig beobachtet man indessen das blaue Licht auch an beiden Uebergangsstellen, woraus man auf ein Alterniren des Inductionsstromes geschlossen hat, ohne dass man sich gleichwohl von der Ursache dieses Verhaltens in allen Fällen eine deutliche Vorstellung machen konnte. Bei dem Versuche, diese noch immer räthselhafte Erscheinung zu erklären, hat Magnus wenigstens die Bedingungen näher festgestellt, unter denen sie beobachtet wird, indem er es schliesslich als erwiesen ansieht, dass die zwischen den Elektroden durch ein Gasvolum dringenden Inductionsströme innerhalb gewisser Grenzen des Widerstandes einfach sind. Werden diese Grenzen, welche sich mit der Intensität des Stromes ändern, nach der einen oder andern Seite überschritten, so werden die Inductionsströme alternirend.

Bei Ausführung dieser Untersuchungen kommt Magnus auf den Gedanken, eine Flüssigkeitssäule in ähnlicher Weise, wie Neeff dieselbe bereits früher zur Regulirung von Widerständen benutzt hatte, nunmehr als wirkliches Widerstandsmaass zu verwerthen <sup>55</sup>). Der Apparat, den er zu diesem Ende construirt hat, und den er Rheostat für Flüssigkeiten nennt, besteht aus einer nicht ganz 3 mm weiten cylindrischen Glasröhre von etwa 1 m Länge, welche mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit gefüllt ist. An beiden Enden derselben dringen Platindrähte von etwa 1 mm Dicke ein, von denen der eine lang genug ist, um sich in die Röhre einschieben zu lassen, bis er den andern berührt. Der jedesmalige Abstand der beiden Drahtenden bei einem Versuche kann mittelst des Kathetometers oder einer geeigneten Theilung auf dem

Apparate selbst gemessen werden. Magnus hat seinen Rheostaten, nachdem er ihn mit andern Widerstandsmaassen verglichen hatte, zur Bestimmung des Leitungswiderstandes verschiedener Flüssigkeiten, wie des reinen Wassers, benutzt. Die Methode zeichnet sich durch ihre Einfachheit aus, ist aber mit verschiedenen Fehlerquellen behaftet, so dass sie keine allgemeine Anwendung gefunden hat.

\*            \*  
                  \*

Es wäre gewiss seltsam, wenn Magnus, dessen Arbeiten sich nach so vielen Seiten hin verzweigen, nicht auch selbstthätig forschend in das grosse Gebiet der Lichterscheinungen eingedrungen wäre, zumal er alljährlich über Optik mit besonderer Vorliebe zu lesen pflegte. Und in der That finden wir denn unter seinen zahlreichen Arbeiten auch eine optische<sup>56)</sup>. Sie betrifft die Frage, ob die Fortpflanzung des Lichtes sich auf Oscillationen der Lufttheile zurückführen lasse. Mittelst eines geschickt combinirten Apparates zeigt Magnus, dass sich die Lichtbeugungserscheinungen in der Torricelli'schen Leere genau ebenso wie im luftgefüllten Raume vollenden. Wenn sich nun auch nicht leugnen lässt, dass diese Frage zu der Zeit, als der angeführte Versuch angestellt ward, durch Beobachtung der Newton'schen Farbenringe im luftleeren Raume bereits eine Entscheidung gefunden hatte, so war doch die Beantwortung derselben auf dem von ihm eingeschlagenen Wege bisher nicht versucht worden. Immerhin aber bleibt es interessant, die vielseitige Forscherlust unseres Freundes auch nach dieser Richtung hin bethätigt zu sehen.

\*            \*  
                  \*

Wir haben Gustav Magnus nunmehr noch auf ein Gebiet von Erscheinungen zu folgen, auf dem er gleichfalls mit Vorliebe thätig gewesen ist, und auf dem er sich bei Physikern sowohl als Chemikern den dauerhaftesten und glän-

zendsten Ruhm erworben hat. Ich spreche von dem Gebiete der Wärmeerscheinungen.

Mit der Wärmelehre hat sich Magnus während nahezu seiner ganzen wissenschaftlichen Wirksamkeit beschäftigt. Seine erste hierher gehörige Abhandlung, über das Maximumthermometer und die Wärmemessungen in dem Bohrloche von Rüdersdorf, geht bis zum Jahre 1831 zurück; die letzte Arbeit, die er noch eben vor seinem Tode vollenden konnte, ist die Untersuchung über die Veränderung der Wärmestrahlung durch Rauheit der Oberfläche, welche erst vor einigen Monaten in Poggendorff's Annalen erschienen ist.

Im Anfange der dreissiger Jahre interessirte man sich lebhaft für die bekante Wahrnehmung, dass in den Schachten der Bergwerke mit wachsender Tiefe die Temperatur eine höhere wird. Gegen die Richtigkeit dieser Beobachtung waren Bedenken erhoben worden, Einige hatten sogar den telurischen Ursprung dieser Temperaturerhöhung gelehrt, sie vielmehr aus verschiedenen zufälligen Ursachen abzuleiten gesucht. Es kam also darauf an, Temperaturerhöhung bei wachsender Tiefe unter Verhältnissen zu beobachten, welche alle diese Zufälligkeiten ausschlossen. Hierzu boten die artesischen Brunnen gute Gelegenheit, und schon Paul Erman hatte die Temperaturerhöhung in einem Bohrloche beobachtet, welches die Königl. Oberberghauptmannschaft in den Kalkbergen von Rüdersdorf hatte niederbringen lassen. Die Beobachtungen Erman's waren mit höchst einfachen Mitteln angestellt worden; er hatte sich begnügt, ein sehr träges Thermometer in das Bohrloch einzusenken und es dann so schnell als möglich wieder emporzuwinden. Dieser Umstand hat Magnus veranlasst, die Untersuchung wieder aufzunehmen, und zwar in demselben Bohrloche von Rüdersdorf, in welchem schon Erman gearbeitet hatte.

Das Geothermometer<sup>57)</sup>, so nennt Magnus das von ihm in Anwendung gebrachte Instrument, ist eine besondere

Form des schon früher bekannten Quecksilber-Ausflussthermometers. Wie bei diesem ist auch bei jenem das obere Ende offen und zu einer feinen Spitze ausgezogen, welche zur Erleichterung des Anflusses seitwärts umgebogen ist. Die Theilung des Instrumentes ist auf diejenige irgend eines sehr genauen Thermometers reducirt, so dass bei mässigen Temperaturen die Anzeigen beider Instrumente übereinstimmen. Ueber eine gewisse Temperatur hinaus, die im Voraus festgestellt ist, hat aber das Quecksilber in der Röhre des Geothermometers keinen Platz. Ein Theil davon fliesst aus. Wieviel dies beträgt, erkennt man bei wieder eingetretener niedriger Temperatur aus der Differenz des Quecksilberstandes im Normalthermometer und im Geothermometer, sobald beide Instrumente genau dieselbe Temperatur angenommen haben. Eine Quecksilbersänle von der Länge dieser Differenz zu der Länge der flüssigen Sänle im Geothermometer von der Anmündung an hinzugerechnet und nach dem Verhältnisse der Theilung des Instrumentes in Wärmegrade reducirt, giebt an, um wie viel sich das Maximum über diejenige Temperatur erhoben hatte, bei welcher die Quecksilbersänle gerade bis zur Mündung des Rohres gelangt war. Vor Beginn eines neuen Versuches muss die Röhre wieder mit Quecksilber gefüllt werden. Um diese Operation in bequemer Weise bewerkstelligen zu können, ist um die Oeffnung der Röhre ein kleines Gefäss von Glas angeschmolzen, welches eine geringe Menge Quecksilber enthält, so dass die zur Seite gebogene Spitze, so lange sich das Instrument in senkrechter Stellung befindet, über dem Spiegel des Metalles bleibt, bei geneigter Stellung aber in die Flüssigkeit eintaucht.

Mittelst dieses Instrumentes hat Magnus die Temperaturzunahme zunächst in dem 655 Fuss tiefen Bohrloche von Rüdersdorf und später in einem Bohrloche von Pitzpuhl, welches aber nur eine Tiefe von 457 Fuss besass, gemessen. In beiden Fällen stieg die Temperatur regelmässige mit der

wachsenden Tiefe. In der zweiten Versuchsreihe betrug die Temperaturzunahme ungefähr  $1^{\circ}$  R. für je 100 Fuss. Erman hatte aus seinen Rüdersdorfer Versuchen geschlossen, dass die Temperaturerhöhung um  $1^{\circ}$  R. schon bei einer Zunahme der Tiefe um 90 Fuss erfolge.

Die Vorliebe, mit welcher unser Freund die Erscheinungen studirte, denen wir auf dem Grenzgebiete zwischen Physik und Chemie begegnen, mussen seine Aufmerksamkeit schon frühzeitig dem Prozesse des Siedens, überhaupt der Dampfbildung, zulenken. So hat er denn auch diesen Erscheinungen in dem Zeitraume zwischen 1836 und 1861 nicht weniger als vier grössere Aufsätze gewidmet<sup>58)</sup>.

Wer diese schönen Arbeiten mit Aufmerksamkeit gelesen hat, der muss die Ueberzeugung gewonnen haben, dass der Verfasser derselben zur Begründung unserer gegenwärtigen Anschauungen über den Siedeprocess sehr wesentlich beigetragen hat, wenn es auch nicht immer möglich ist, bei einer Erscheinung, um deren Aufklärung auch so viele andere ausgezeichnete Forscher wie — nach Watt — Gay-Lussac, Faraday, Rudberg, Regnault häufig gleichzeitig oder doch fast gleichzeitig bemüht gewesen sind, den besonderen Antheil eines Jeden unzweifelhaft festzustellen.

Man war früher sehr allgemein der Ansicht, dass die während des Siedens so häufig eintretenden Temperaturschwankungen, insbesondere das intermittirende, zeitweilig von heftigem Aufstossen begleitete Sieden zumal von der Beschaffenheit der Gefässwände abhängig sei; auch schien diese Annahme durch die bekannte Erfahrung gerechtfertigt, dass in den meisten Fällen das Stossen vollkommen beseitigt wird, wenn man kleine Stücke Platindraht und selbst ausgeglühte und wieder erkaltete Holzkohle vor Beginn des Siedens in die Flüssigkeit geworfen hat.

Das zur Hervorbringung von Dampfblasen auch die Cohäsion der Wassertheile aufgehoben werden müsse, ist zwar

schon früher ausgesprochen worden, Magnus ist jedoch wohl der Erste gewesen, der die ganze Bedeutung dieses Widerstandes betont und bestimmt darauf hingewiesen hat, dass in Folge desselben die flüssigen Theilchen, wenn sie sich im Innern der Masse in Dampf verwandeln sollen, stets eine höhere Temperatur annehmen müssen als die ist, welche dem Spannungsmaximum des Dampfes unter dem herrschenden Drucke entspricht; es ist dies ja eben der Grund, wesshalb wir jetzt bei der Siedepunktsbestimmung das Gefäss des Thermometers nicht in die siedende Flüssigkeit senken sondern nur in den von der Flüssigkeit bereits getrennten Dampf einhüllen.

Möglich, dass es gerade diese Erörterungen von Magnus gewesen sind, welche Donny<sup>59)</sup> zu den merkwürdigen, bald darauf veröffentlichten Versuchen angeregt haben, in denen der Nachweis geliefert wird, dass die Widerstandskraft des Wassers gegen die Verdampfung, d. h. die Cohäsion der Wassertheilchen bei gänzlicher Abwesenheit der Luft, ausserordentlich gross ist und eigentlich nur da mit Leichtigkeit überwunden wird, wo es einem leeren oder mit Gas erfüllten Raume angrenzt, also z. B. an der Oberfläche des Wassers. Ganz luftfreies Wasser konnte bei gewöhnlichem Luftdruck unter günstigen Umständen bis zu 135° C. erhitzt werden, ehe es zu sieden begann. Durch die kleinste Luftblase wurde freilich dieser Widerstand aufgehoben. Auch konnte man sicher sein, dass, wenn das über den gewöhnlichen Siedepunkt erhitzte Wasser plötzlich zum Sieden kam, die Gegenwart einer Luftblase sich immer nachweisen liess. In der That beruht die alltäglich erprobte Fähigkeit des Platins, das Sieden der Flüssigkeiten zu erleichtern, lediglich auf der Hartnäckigkeit, mit welcher dieses Metall die Luft auf seiner Oberfläche verdichtet. Durch lange fortgesetztes Kochen mit Wasser geht dem Platin, mit der von der Oberfläche allmählich sich abtrennenden Luft, diese Eigenschaft vollkommen verloren.

In Salzlösungen ist die Anziehung, welche die flüssigen Theile gegen einander und also auch gegen die gebildeten Dämpfe äussern, grösser als in reinem Wasser, daher auch die Temperatur höher sein muss, bei welcher die Dämpfe sich losreissen können oder, was dasselbe sagen will, die Flüssigkeit siedet. So begreift man die bemerkenswerthe Erscheinung, dass bei 100° gesättigter Wasserdampf, welchen man in Salzwasser von 100° einführt, zum Theil niedergeschlagen wird und die Temperatur der Flüssigkeit erhöhen muss, bevor die Dampfblasen mit derselben höheren Temperatur aus der Salzlösung wieder aufsteigen können. Nach Herstellung eines Gleichgewichtszustandes der Flüssigkeitstemperatur, welche sich in Folge des nun eintretenden Verdampfens nicht höher steigern lässt, wird also fortwährend ein Theil des einströmenden Dampfes, indem er sich wieder in flüssiges Wasser verwandelt, dazu verwendet, durch seine freiwerdende Wärme den Ueberrest des Dampfes auf eine höhere Temperatur zu bringen, und es ist einleuchtend, dass die aufsteigenden Dampfblasen, da ein Theil des Dampfes als Wasser niedergeschlagen wird, unter dem Luftdrucke nicht mehr gesättigt sein können.

Zur Erkenntniss dieser höchst merkwürdigen Thatsachen war Magnus durch eine Reihe von selbständigen Versuchen geführt worden, ohne dass er geahnt hatte, dass ähnliche Beobachtungen bereits von Gay-Lussac und Faraday gemacht worden waren. Auch ist das Verdienst, diese Erscheinungen aufgeklärt zu haben, viele Jahre hindurch fast ausschliesslich unserm Freunde zugeschrieben worden, bis er selber auf den Antheil aufmerksam gemacht hat, welcher seinen Vorgängern gebührt<sup>60</sup>).

Es ist lange Zeit unbekannt geblieben, dass die Dämpfe, welche unter dem Luftdruck aus kochenden Salzlösungen unmittelbar aufsteigen, eine höhere Temperatur besitzen als die dem Spannungsmaximum bei dem herrschenden Luftdruck entsprechende, d. h. also als 100°. Man glaubte vielmehr fast

allgemein, dass die aus wässrigen Salzlösungen entwickelten Dämpfe in allen Fällen dieselbe Temperatur annehmen, mit welcher der Dampf unter gleichem Drucke aus reinem siedenden Wasser entweicht. Die früheren Beobachter hatten unbeachtet gelassen, dass die von dem Dampf über dem siedenden Wasser umhüllte Thermometerkugel, wenn ihre Temperatur niedriger ist als die der siedenden Flüssigkeit, auf ihrer Oberfläche Wasser verdichtet und in Folge dessen nur die Temperatur der von ihrer Oberfläche verdampfenden, aber stets wieder erneuerten Flüssigkeit anzeigen kann. Der hieraus hervorgehende Irrthum lässt sich nur dadurch vermeiden, dass man das Thermometer vor dem Einsetzen noch trocken weit über die Siedetemperatur der Salzlösung erhitzt. Die zahlreichen bei der Anstellung dieses Versuchs eintretenden Schwierigkeiten hat Magnus durch die Construction eines eigenthümlichen Apparates beseitigt.

Endlich fand Magnus, dass die Spannkraft der Dämpfe einer Mischung zweier sich gegenseitig auflösenden Flüssigkeiten stets geringer ist als die Summe der Spannkräfte ihrer Bestandtheile bei derselben Temperatur, und dass diese Spannkraft abhängig ist von dem Verhältniss, in welchem beide Flüssigkeiten in der Mischung vorhanden sind. So vermindert sich z. B. die Spannkraft des Aethers in der Barometerleere, sobald man eine damit mischbare Flüssigkeit, wie Alkohol, zuführt.

Anders verhalten sich die Dämpfe von Flüssigkeitsgemengen, wie Wasser und Terpentinöl, deren Bestandtheile ganz getrennte Schichten bilden. Bei diesen ist die Spannkraft des Dampfgemenges gleich der Summe der Spannkräfte der Gemengtheile, ganz so, wie es das Dalton'sche Gesetz verlangt. Wenn die flüchtigere Flüssigkeit die unterste Schicht bildet, so zeigt sich die Temperatur des Dampfgemenges immer etwas niedriger als die Siedetemperatur der flüchtigeren Flüssigkeit.

Wenn schon die Versuche über den Siedeprocess das Interesse der Chemiker ebenso sehr wie der Physiker beanspruchen, so gilt dies in fast noch höherem Grade von den Arbeiten über die Ausdehnung der Luft und die Spannkraft des Wasserdampfes. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen gehören jedenfalls zu den schönsten Erfolgen unseres verewigten Fremdes und würden allein hingereicht haben, ihm für alle Zeiten einen ehrenvollen Platz unter den Naturforschern dieses Jahrhunderts zu sichern. In keiner seiner anderen Arbeiten zeigen sich die Eigenart seiner Forschung, sein unermüdlicher Fleiss und seine unbeirrbar deutsche Gewissenhaftigkeit in glänzenderem Lichte als gerade in diesen Experimentaluntersuchungen und zumal in seinen Studien über die Ausdehnung der Gase. Auch kam das hohe Verdienst, welches sich Magnus um die Feststellung der Ausdehnungs- und Spannungskonstanten erworben hat, nicht entfernt durch den Umstand beeinträchtigt werden, dass ähnliche und allerdings ausgedehntere Untersuchungen fast unmittelbar nach dem Bekanntwerden seiner Resultate von Regnault veröffentlicht wurden; brachten doch diese Untersuchungen fast durchgehends Bestätigung der Magnus'schen Zahlen, und sah sich doch Regnault in einigen Fällen, in denen Uebereinstimmung gefehlt hatte, später veranlasst, seine ersten Angaben zu berichtigen!

Die Wissenschaft hat sich in der That Glück zu wünschen, dass gerade durch die fast gleichzeitigen und von einander völlig unabhängigen Arbeiten zweier so bewährten Forscher die Kenntniss einer Reihe der unentbehrlichsten Grundlagen physikalischer und chemischer Untersuchungen nunmehr wohl als über jeden Zweifel erhaben betrachtet werden darf.

Um die Magnus'sche Arbeit über die Ausdehnung der Luft ihrem ganzen Umfange nach würdigen zu können, müssen wir uns in die Zeit zurückversetzen, welche diesen Versuchen unmittelbar vorausging.

Vor dem Jahre 1837 war man der Ansicht, dass keine Constante der Physik mit grösserer Sicherheit bestimmt sei als der von Gay-Lussac ermittelte Ausdehnungscoëfficient der Luft. Denn abgesehen von dem grossen Zutrauen, welches allen Zahlenangaben dieses berühmten Forschers mit Recht geschenkt wurde, schien aus den nahezu gleichzeitigen Messungen Dalton's fast dieselbe Zahl hervorzugehen, und zum Ueberfluss war dieselbe auch von Dulong und Petit gelegentlich ihrer klassischen Arbeit über die Ausdehnung der Gase in höheren Temperaturen als richtig bezeichnet worden. Als daher im Jahre 1837 Rudberg<sup>61)</sup> eine neue Arbeit über die Ausdehnung der Luft veröffentlichte, welche eine von der Gay-Lussac'schen abweichende Zahl brachte, fand diese Angabe nur bei den Wenigsten eine günstige Aufnahme, zumal auch die Versuche, auf welche Rudberg seine Angabe stützte, nicht eben umfangreich waren und ihre Fortsetzung und Erweiterung in Folge seines frühen Todes unterblieb.

Indessen die Richtigkeit einer vorher allgemein anerkannten Constanten war gleichwohl durch Beobachtungen eines geachteten Forschers zweifelhaft geworden. Neue Untersuchungen waren dringend geboten. Magnus unternahm diese höchst wichtigen, aber auch höchst mühevollen Arbeit<sup>62)</sup>; denn es handelte sich begreiflich nicht darum, zu den bereits vorhandenen Angaben noch neue hinzuzufügen, sondern es musste vor Allem der Werth sämtlicher früheren Angaben einer sorgfältigen Prüfung unterworfen werden. Diese Prüfung führte denn auch alsbald zu einem ganz überraschenden Ergebniss, insofern die einerseits von Gay-Lussac, andererseits von Dalton gegebenen Zahlenwerthe, deren nahe Uebereinstimmung man seltsamer Weise angenommen hatte, in Wahrheit weit auseinanderliegen. Nach Gay-Lussac beträgt die Ausdehnung von 1000 Vol. Luft durch Erwärmung von 0° auf 100°, wenn der Druck unverändert bleibt, 375 Vol.

Dalton fand, dass 1000 Vol. Luft von  $55^{\circ}$  F. =  $12^{\circ},78$  C., bis zum Siedepunkt des Wassers, also um ein Temperaturintervall von  $100 - 12,78 = 87^{\circ},22$  erwärmt, um 325 Vol. zunehmen. Hiernach berechnet sich die Ausdehnung, welche 1000 Vol. Luft beim Erwärmen um einen Temperaturunterschied von  $100^{\circ}$  erleiden, zu 372,6 Vol. Es ist nämlich

$$\frac{325}{87,22} \times 100 = 372,6.$$

Da nun, sagte man, Gay-Lussac 375 Vol. gefunden hat, so dient die eine dieser Zahlen der Richtigkeit der anderen zur Bestätigung. Diese unmittelbare Vergleichung beider Zahlenresultate ist jedoch vollkommen irrig, weil beide Zahlen, wenn auch für denselben Temperaturunterschied geltend, sich gleichwohl auf Luftvolumen von ganz verschiedener Ausgangstemperatur beziehen. Die Bedeutung dieser Verschiedenheit wird vielleicht am klarsten hervortreten, wenn wir dem Ausdehnungscoefficienten der Luft die Form eines gemeinen Bruches geben. Setzt man zu dem Ende die Gay-Lussac'sche Zahl 0,00375 gleich  $\frac{1}{267}$ , so will das heissen, dass 267 Vol. Luft bei  $0^{\circ}$  gemessen und auf  $t^{\circ}$  erwärmt sich in  $267 + t$  Vol. verwandeln. Mit gleichem Rechte aber sagen wir auch:  $267 + t$  Vol. Luft bei  $t^{\circ}$  gemessen und auf  $T^{\circ}$  erwärmt verwandeln sich in  $267 + T$  Vol. Es berechnet sich hiernach der Ausdehnungscoefficient für jede bestimmte Anfangstemperatur  $t$  nach Gay-Lussac auf

$$\frac{1}{267 + t}.$$

Nach den Versuchen von Dalton ist der Ausdehnungscoefficient für  $t = 12,78$  C:

$$0,003726 = \frac{1}{268,4}.$$

folglich, wenn man von dem Volumen bei  $0^{\circ}$  ausgehen will:

$$\frac{1}{268,40 - 12,78} = \frac{1}{255,62}.$$

Rudberg fand, auf das Volum bei 0° bezogen, den Ausdehnungscoëfficienten:

$$\frac{1}{274,3} = 0,003646.$$

Die Dalton'sche und die Rudberg'sche Zahl entfernen sich also von der Gay-Lussac'schen im entgegengesetzten Sinne, und zwar die erstere sogar noch weit mehr als die letztere.

Gay-Lussac hatte bekanntlich die Volumvergrößerung der Luft durch Erwärmung unmittelbar gemessen, indem er eine Quantität trockener Luft in einem Glasbehälter von Thermometerform mittelst eines Quecksilberfadens abschloss. Durch Erwärmung der Luft wurde dieser Faden vorwärts geschoben, bei der Abkühlung zog er sich wieder zurück. Der Behälter war calibrirt, und so konnte das Verhältniss der durch die Wärme bewirkten Volumveränderungen direct gemessen werden.

Nach demselben Verfahren hat Magnus mehr als 30 Versuche ausgeführt. Sie lieferten im Mittelwerthe die Zahl 0,00369, zeigten jedoch untereinander keine grosse Uebereinstimmung; denn die Fehlergrenzen schwankten zwischen 0,003598 und 0,003877. Er überzeugte sich in der That, dass es unmöglich war, mittelst des Quecksilberpfropfs die innere trockene von der äusseren feuchten Luft auf die Dauer absolut abzuschliessen.

Unverkennbare Vorzüge, dieser Methode gegenüber, bot die nach Rudberg genannte, bei welcher nicht eigentlich die Ausdehnung der Luft gemessen wird sondern ihre bei constant bleibendem Volum mit der Temperatur sich ändernde Spannkraft, von der dann wieder, soweit das Mariotte'sche Gesetz Geltung hat, die Ausdehnung durch Erwärmung und unter constant bleibendem Drucke abhängig ist.

Hier fiel also jede Volummessung weg, und die von volumetrischen Messungen unzertrennlichen Fehler waren be-

seitigt. Es genügt für die Untersuchung eine mässige Luftmenge, deren Temperaturänderung sich eben desshalb mit grösserer Leichtigkeit gleichförmig bewerkstelligen liess. Eine Verunreinigung der in dem Behälter des Luftthermometers einmal eingeschlossenen und wohlgetrockneten Luft war während der Dauer einer Versuchsreihe nicht zu befürchten, ja nahezu unmöglich. In der That bedurfte es nur einer sehr sorgfältigen Beobachtung der Temperatur zu Anfang und zu Ende des Versuchs sowie genauer Messung der Quecksilberdrucksäule, welcher die eingeschlossene Luftmenge ausgesetzt werden musste, um während der Dauer des Versuchs ihr Volum unverändert zu erhalten. Die schliesslich nothwendige Correction wegen Ausdehnung des Glasbehälters konnte auf das Hauptresultat nur geringen Einfluss üben.

Auf diesem Wege hat Magnus aus dem Mittel mehrerer fast übereinstimmenden Versuche die Volumerweiterung trockener Luft zwischen dem Schmelzpunkte des Eises und dem Siedepunkte des Wassers unter 28 Zoll Druck im Verhältnisse von 1 : 1,3665 bestimmt. Da innerhalb dieser Grenzen das Quecksilberthermometer mit dem Luftthermometer gleichen Schritt hält, so kann man auch sagen, der Ausdehnungscoefficient der Luft für je 1° des Quecksilberthermometers beträgt zwischen diesen Grenzen:

$$0,003665 = \frac{1}{272,85}$$

des Volums bei 0°. Dafür ist, wie bekannt, gegenwärtig fast allgemein die Zahl

$$\frac{1}{273} = 0,003663$$

angenommen worden.

Der Ausdehnungscoefficient des Wasserstoffs, auf dieselbe Weise bestimmt, wurde um ein Weniges geringer, der der Kohlensäure schon merklich grösser, endlich der des schwefligsauren Gases beträchtlich grösser gefunden.

Unter den etwas später bekannt gewordenen von Regnault gefundenen Zahlen ergab sich, was die Luft anlangt, eine absolute Uebereinstimmung. Für Wasserstoffgas fand zwar Regnault Anfangs eine etwas grössere Zahl und für kohleensaures und schwefligsaures Gas geringere Abweichungen von der Ausdehnung der Luft als Magnus. Die betreffenden Angaben hat er jedoch später durch andere ersetzt, welche den von Magnus mitgetheilten sehr nahe kommen.

Einige dieser Arbeit sich anschliessende Versuche, obwohl einer viel späteren Zeit angehörig, mögen anhangsweise hier noch kurz erwähnt werden.

Sehou öfter ist die Frage aufgeworfen worden, in wie weit die Verdichtung der Gase an der Oberfläche des Glases einen Einfluss auf die Verschiedenheit der beobachteten Ausdehnungscoëfficienten haben könnte. Auch Magnus hat sich mit dieser Frage beschäftigt. Seine Untersuchungen über diesen Gegenstand, von denen er nur gelegentlich einige Mittheilungen gemacht hat<sup>63</sup>), sind jedoch unvollendet geblieben. Aus der veröffentlichten Notiz ist als bemerkenswerth hervorzuheben, dass der Ausdehnungscoëfficient der schwefligen Säure durch die Attraction des Glases zwar nicht unerheblich, jedoch auch nicht so beträchtlich vergrössert erscheint, um aus diesem Umstande allein den Unterschied zwischen den für dieses Gas und für die Luft gefundenen Zahlen zu erklären.

Mit Hilfe des Luftthermometers hat Magnus auch die Ausdehnung der Luft mit der des Quecksilbers in Glasgefässen bei höheren Temperaturen bis nahe zum Siedepunkte des Quecksilbers verglichen<sup>64</sup>). Er gelangte sehr nahe zu denselben Zahlen, welche auch Dulong und Petit gefunden hatten; nach diesen Beobachtern bleiben die durch die absolute Ausdehnung der Luft, welche als gleichförmig vorausgesetzt wird, gemessenen Temperaturen hinter den Anzeigen des Quecksilberthermometers, schon über 100° hinaus, merklich zurück, so dass der Unterschied bei 150° des Queck-

silberthermometers schon mehr als  $1^{\circ}$  C. und bei  $200^{\circ}$  beinahe schon  $3^{\circ}$  ausmacht. Zu diesem überraschenden Resultate hätten Dulong und Petit unmöglich gelangen können, wenn sie die Ausdehnung der Luft nach dem Gay-Lussac'sehen Ausdehnungscoefficienten berechnet hätten.

Dessen bedurfte es aber auch nicht bei ihren Versuchen, weil sie den Gang des Quecksilberthermometers mit dem des Luftthermometers nicht nur bei höheren Temperaturen sondern auch zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  verglichen hatten. Bei der Berechnung ihrer Resultate konnte daher sehr wohl die Volumveränderung zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  den Veränderungen, welche bei höheren Temperaturen eintraten, zu Grunde gelegt sein, ohne dass der Ausdehnungscoefficient selbst in Anwendung gekommen war. Es ist zu bedauern, dass die Originalzahlen der Versuche von Dulong und Petit nicht mitgetheilt worden sind und überhaupt nicht mehr vorhanden zu sein scheinen, sonst würde sich der richtige Ausdehnungscoefficient der Luft wohl heute noch aus ihren Beobachtungen ableiten lassen.

Uebrigens giebt Magnus selbst seine Freude darüber zu erkennen, dass durch seine Arbeit die Zahlen von Dulong und Petit bestätigt werden; man sehe, sagt er, dass diese Physiker genauer und zuverlässiger gearbeitet haben, als man aus ihrer eigenen Angabe, dass sie den Ausdehnungscoefficienten zwischen  $0^{\circ}$  und  $100^{\circ}$  eben so gross als Gay-Lussac gefunden haben, zu schliessen sich berechtigt glaubte.

Gleichzeitig mit Magnus hatte auch Regnault über denselben Gegenstand gearbeitet, war aber zu wesentlich abweichenden Resultaten gekommen. Denn während nach Magnus gleichwie nach Dulong und Petit die scheinbare Ausdehnung des Quecksilbers in Glasgefässen, also auch in den Thermometern, von  $100^{\circ}$  aufwärts verhältnissmässig stets bedeutender ist als die absolute Ausdehnung der Luft und bei  $330^{\circ}$  des Quecksilberthermometers schon zwischen

9 und 10<sup>o</sup> ausmacht, hat Regnault gefunden, dass in Glasbehältern Luft und Quecksilber in ihrer Ausdehnung bis zur Temperatur von 200<sup>o</sup> gleichen Schritt halten, dass bei 250<sup>o</sup> das Quecksilber der Luft nur um 0<sup>o</sup>,3 und selbst bei 350<sup>o</sup> nur um 3<sup>o</sup>,3 vorseilt.

Daraufhin hat Magnus seine Versuche mit der peinlichsten Sorgfalt wiederholt und besonders auch darauf Rücksicht genommen, dass die gewählten Thermometer, Luftthermometer und Quecksilberthermometer, von derselben Glassorte gefertigt waren (weil Regnault diesen Umstand als wesentlich wichtig hervorgehoben hatte), ohne gleichwohl andere Resultate als vorher erhalten zu können.

Es läge gewiss im Interesse der Wissenschaft, wenn auch Regnault sich entschliessen könnte, seinerseits der Quelle jener Verschiedenheiten nachzuspüren. Denn so lange diese Verhältnisse ungeklärt bleiben, sind die in neuerer Zeit üblich gewordenen Reductionen der Angaben des Quecksilberthermometers auf das Luftthermometer ziemlich werthlos; Messungen aber, die mit dem Luftthermometer direct ausgeführt worden sind, gestatten keine Vergleichung mit den Angaben des Quecksilberthermometers.

Im engsten Zusammenhange mit den Versuchen über die mit der Erwärmung zunehmende Spannkraft der Luft stehen die Untersuchungen über die Spannkraft des Wasserdampfes<sup>65</sup>). Ein Luftthermometer derselben Art wie das bei jenen verwendete diente Magnus, um die Temperatur der gespannten Dämpfe zu messen. Auch gebrauchte er dieselbe Heizvorrichtung, um eine beliebige constant bleibende Temperatur hervorzubringen. Dieselbe bestand aus einem Kasten von Eisenblech, welchen drei andere Kästen von ähnlicher Beschaffenheit in der Weise umgaben, dass zwischen je zwei Blechwänden eine Luftschicht von  $\frac{5}{8}$  Zoll blieb. Die Kästen hingen in einander, um jeden metallischen Zusammenhang in den unteren Theilen zu vermeiden. Nur der äusserste

Kasten wurde mittelst einer Argand'schen Spirituslampe erwärmt. Die Wärme drang in Folge dieser Anordnung freilich nur sehr langsam in den inneren Raum, erzeugte aber dafür in diesem Raume eine, je nach der Stärke der Flamme verschiedene, sehr gleichförmig sich erhaltende Temperatur. In demselben Raume mit dem Gefässe des Luftthermometers befand sich ein luftleerer, mit reinem luftfreien Wasser gefüllter Glasbehälter, in welchem die Dämpfe erzeugt wurden, deren Spannkraft nach aussen sich fortpflanzend durch den Gegendruck einer Quecksilbersäule gemessen wurde. Die Höhe der letzteren, welche von dem Einfluss der Wärme des Heizapparates genügend entfernt war, konnte gleich der drückenden Quecksilbersäule des Luftthermometers mittelst eines Kathetometers abgelesen werden.

Die grosse Sorgfalt, welche Magnus auf die Herstellung und wiederholte Prüfung seines Apparates verwendete, wurde durch den Gewinn einer Zahlenreihe von seltener Genauigkeit und Verlässlichkeit belohnt. Leider ist die Reihe nicht sehr ausgedehnt und erstreckt sich nur auf die Temperaturen zwischen  $-6^{\circ}$  bis  $+104^{\circ}$ .

In den mitgetheilten Originalzahlen zeigen sich die Fehlergrenzen, namentlich bei den Beobachtungen über  $20^{\circ}$  hinaus, allerdings nicht ganz unerheblich auseinanderliegend, und Magnus hebt mit der ihm eigenen Offenheit hervor, dass er grössere Uebereinstimmung nicht zu erreichen vermochte. Auf die nach den Mittelwerthen berechneten Spannkräfte war dies indessen ohne Einfluss, wie man am deutlichsten daraus erkennt, dass die nicht lange nachher von Regnault gegebenen und aus viel umfangreicheren Messungen abgeleiteten Spannkräfte mit den in der Magnus'schen Tabelle enthaltenen fast identisch sind.

Eine andere Reihe thermischer Untersuchungen, mit denen sich Magnus seit dem Jahre 1861 wiederholt beschäftigt hat, betrifft die Verbreitungsweise der Wärme in Gasen, so-

wohl durch Leitung wie durch Strahlung. Die erste Veranlassung zu dieser Untersuchung gab ihm, wie er selbst sagt, die interessante Beobachtung von Grove<sup>66)</sup>, dass ein von Wasserstoff umgebener Platindrath beim Durchgange des galvanischen Stromes weniger stark erglüht, als wenn er in atmosphärische Luft oder eine andere Gasart eingehüllt ist. Poggendorff<sup>67)</sup> hatte die Ansicht ausgesprochen, dass diese Erscheinung auf denselben Gesetzen beruhe, welche Dulong und Petit für das Erkalten eines auf gewöhnliche Weise erhitzten Körpers festgestellt haben, und später hatte Clausius<sup>68)</sup> die Uebereinstimmung zwischen den von Dulong und Petit gegebenen Zahlen und den Resultaten Grove's nachgewiesen. Magnus seinerseits vermuthete, dass eine besondere Leitungsfähigkeit des Wasserstoffs für die Wärme mit im Spiele sein könne.

Dass die Gase einen gewissen Grad der Leitfähigkeit in dem Sinne wie feste und flüssige Körper besitzen müssen, lässt sich nicht in Abrede stellen; denn sie vermögen den Oberflächen der Körper, je nachdem diese eine höhere oder niedrigere Temperatur als sie selbst besitzen, entweder Wärme zu entnehmen oder abzugeben; ferner weiss man, dass wärmere und kältere Gasmassen, zusammengemengt, ihre Temperatur wechselseitig ausgleichen. Wenn demnach die Gase die Wärme leiten, so ist es auch denkbar, dass verschiedene Gase dieses Vermögen in ungleichem Grade besitzen. Um diese Frage experimental zu prüfen, bedient sich Magnus<sup>69)</sup> eines Apparates von folgender Einrichtung. Auf ein cylindrisches senkrecht gestelltes Gefäss aus sehr dünnem Glase von 56 mm Weite und 160 mm Höhe ist ein zweites offenes Glasgefäss von demselben Durchmesser, aber nur etwa 100 mm Höhe aufgeschmolzen, der Art, dass beide Behälter nur durch eine einzige dünne Glaswand getrennt sind. Der die untere Mündung des cylindrischen Gefässes schliessende Kork ist von zwei mit Hähnen versehenen Glasröhren durchsetzt, durch

welche man das Gefäss mit Luft oder anderen Gasen unter beliebigem Drucke füllen oder auch wieder entleeren kann. Seitlich ist das cylindrische Gefäss etwa 50 mm unterhalb der dünnen Glaswand mit einem Tubulus versehen, durch welchen ein Thermometer eingeschoben und in horizontaler Lage unveränderlich befestigt ist. In das aufgeschmolzene Gefäss wird siedendes Wasser gebracht und während der Dauer eines Versuches durch Einführung von Wasserdampf im Sieden erhalten. Um mittlerweile dem umgebenden Raume eine möglichst constante Temperatur zu sichern, ist der Apparat in einem Becherglas befestigt und dieses wieder mit einem ähnlichen weiteren umgeben, welches bis zur Höhe des siedenden Wassers mit Wasser von constanter Temperatur gefüllt ist.

Durch die Art der Aufstellung ist eine Ausbreitung der Wärme durch Strömung im Innern des Cylinders wesentlich verhindert. Um auch den Einfluss einer directen Bestrahlung des Thermometers abzuhalten, befindet sich zwischen demselben und der heissen Decke ein Schirm aus dünnem versilberten Kupferblech. Ganz kam auf diese Weise die Einwirkung der Strahlung allerdings nicht ausgeschlossen werden, weil die Strahlen der heissen Glasfläche auf die Wände des Becherglases fallen und von diesen wieder auf das Thermometer reflectirt werden.

Hieraus erklärt es sich denn, dass das Thermometer, selbst in dem von Luft fast ganz entleerten Raume, eine wesentlich höhere Temperatur zeigen konnte als die der Umgebung unter den Verhältnissen, unter denen Magnus arbeitete, eine Temperatur von ungefähr  $23^{\circ}$  C., während das Wasser in dem äusseren Becherglase eine constante Temperatur von  $15^{\circ}$  besass. Beim Zutritt von Luft verminderte sich diese Temperaturerhöhung, und zwar mehr und mehr bei zunehmendem Drucke, so dass also augenscheinlich die Wärmestrahlen, ähnlich wie in starren und flüssigen Körpern,

auch beim Durchgang durch Gase theilweise absorbirt werden. Eine Bewegung der Wärme durch Leitung, wenn sie vorhanden war, blieb unter der mächtigeren Wirksamkeit der Strahlung verdeckt.

In ähnlicher Weise verhielt sich eine grössere Anzahl von Gasen, welche Magnus untersucht hat. Nur das quantitative Verhältniss blieb nicht gleich. So zeigte es sich, dass, wenn man die Temperaturerhöhung, welche durch den leeren Raum hindurch stattfindet, gleich 100 setzt, die Temperaturerhöhung durch Luft 82, Kohlenoxyd 81, Grubengas 80, ölbildendes Gas 77, Cyan 75, Kohlensäure 70, Ammoniak 69, schweflige Säure 66 beträgt, — sämmtliche Gase unter demselben Druck, dem einer Atmosphäre, beobachtet. Eine sehr merkwürdige Ausnahme in dieser Beziehung bildete unter den Gasen einzig und allein das Wasserstoffgas, indem sein Zutritt in das cylindrische Gefäss den Durchgang der Wärme auffallend mehr förderte als selbst der leere Raum, und zwar zunehmend mehr bei erhöhter Dichtigkeit, so dass unter dem Atmosphärendruck das Thermometer bis zu  $28^{\circ}$  stieg, während es im leeren Raum nur  $23^{\circ}$  angenommen hatte. Die Temperaturerhöhung durch den leeren Raum wieder = 100 gesetzt, ist durch den Wasserstoff eine Temperaturerhöhung von 111 erfolgt. Da diese Erhöhung unmöglich von einer vermehrten Strahlung bedingt sein konnte, so glaubt Magnus, dass durch diesen Versuch eine derjenigen der Metalle ähnliche Leitfähigkeit des Wasserstoffs für die Wärme erwiesen sei.

Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, wie viel des Verführerischen die Annahme einer Wärmeleitungsfähigkeit des Wasserstoffs für den Chemiker besitzt, zumal in der gegenwärtigen Zeit, in welcher der Begeisterung für die metallische Natur dieses Elementes aus Graham's denkwürdigen Versuchen über das Palladium-Hydrogenium neue Nahrung zugeflossen ist. Gleichwohl darf es nicht unerwähnt

bleiben, dass, obschon die von Magnus wahrgenommenen Thatsachen niemals in Zweifel gezogen worden sind — dies würde ja bei einem so umsichtigen und gewissenhaften Beobachter vollkommen unzulässig sein —, sich dennoch Stimmen erhoben haben, welche die aus den Versuchen gezogene Schlussfolgerung beanstanden. So wird es Manchem schwer, Angesichts der äussersten Langsamkeit, mit welcher die Wärme z. B. im Wasser von oben nach unten vorschreitet, es für wahrscheinlich zu halten, dass eine so feine Materie wie Wasserstoffgas ein guter Leiter der Wärme in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes sein könne, und man hat die Frage aufgeworfen, ob hier nicht vielmehr ein Diffusionseffect zwischen Körpertheilen von zwar gleichartiger chemischer Natur, aber verschiedener durch die ungleiche Erwärmung bedingter specifischer Elasticität im Spiele sei.

Die erwähnten Versuche geben Magnus Veranlassung zu einem näheren Studium des Verhaltens gasförmiger Körper zu den Wärmestrahlen, worüber zu jener Zeit (1861) nur einige wenige Beobachtungen von Franz vorlagen, welche sich überdies auf den Durchgang der von glühenden Körpern ausgehenden Strahlen beschränkten. Für Magnus hatte aber, mit Beziehung auf die eben betrachtete Arbeit, zunächst gerade das Verhalten der sogenannten dunkeln (d. h. der von nicht leuchtenden Körpern ausgesendeten) Strahlen das meiste Interesse.

Der Untersuchungsapparat, dessen er sich vorzugsweise bedient, besteht wieder, gerade wie bei den Versuchen über Leitungsfähigkeit der Gase, aus einem cylindrischen Gefässe von Glas, dem ein zur Aufnahme des heissen Wassers bestimmtes offenes Glasgefäss aufgeschmolzen ist. Der unten offene Glascylinder ist seinerseits wieder luftdicht auf einem weiteren Glasbehälter befestigt, welcher die thermo-elektrische Säule enthält, und dessen unterer abgeschliffener Rand auf dem Teller der Luftpumpe luftdicht aufsitzt. Das die Thermo-

säule enthaltende Gefäss ist mit einem weiteren gleichfalls auf dem Teller der Luftpumpe aufsitzenden Cylinder umgeben, der mit Wasser von constanter Temperatur gefüllt ist, so dass die Säule gegen äussere Temperatureinflüsse möglichst geschützt wird. Mittelst der Luftpumpe und eines seitlich an dem Glascylinder angebrachten Tubulus können nacheinander verschiedene Gase unter beliebigem Druck eingelassen und auf ihr Verhalten zu den von der erhitzten Glasdecke ausgehenden Wärmestrahlen untersucht werden. Senkrecht unter dieser heiss gehaltenen sehr dünnen Glaswand ist die Thermosäule aufgestellt und auf diese Weise der störende Einfluss einer Verbreitung der Wärme durch Strömung möglichst vermieden. Auch ist zwischen der Wärmequelle und der bestrahlten Fläche der Säule jedes diathermane Diaphragma, wie etwa eine Glas- oder Steinsalzplatte, welches den unmittelbaren und unveränderten Eindruck der Wärmestrahlen auf die Säule hätte beeinträchtigen können, ausgeschlossen. Der Abstand zwischen beiden beträgt ungefähr 300 mm.

Die Wirkungen auf ein Galvanometer mit astatischer Nadel wurden nach der zuerst von Melloni empfohlenen Methode, welche bekanntlich die Grade des Theilkreises unter einander vergleichbar macht, gemessen. Das Galvanometer war mit grosser Präcision gearbeitet und so empfindlich, dass die unter den gegebenen Verhältnissen erhaltenen Ausschläge eine genügende Vergleichbarkeit besaßen.

Auf diese Weise fand Magnus, dass die Wärmemenge, welche in dem bis zu 8 mm Druck verdünnten Raume von der Fläche der Thermosäule aufgenommen wurde, sich beim Zutritte trockener Luft merklich und unter gewöhnlichem Luftdrucke um mehr als 11 p. C. verminderte. Sauerstoff verhielt sich wie Luft. Eine Anzahl anderer Gase, die untersucht wurde, zeigte sämmtlich ein grösseres Absorptionsvermögen für die dunklen Wärmestrahlen. Setzt man die Summe der durch den leeren Raum auf die Thermosäule

fallenden Strahlen = 100, so gehen nach diesen Versuchen durch Luft und Sauerstoff 89, Wasserstoff 86, Kohlensäure 80, Kohlenoxyd 79, Stickoxydul 74, Grubengas und Cyangas 72, ölbildendes Gas 46, Ammoniakgas 38. Der Unterschied zwischen Luft und Wasserstoffgas ist also gering, beträchtlicher schon der Unterschied zwischen Luft auf der einen und Kohlensäure und Kohlenoxydgas auf der anderen Seite. Stickoxydul, Grubengas und Cyangas halten schon mehr als ein Viertel der Wärmefluth zurück, ölbildendes Gas sogar mehr als die Hälfte, Ammoniak endlich fast zwei Drittheile.

Atmosphärische Luft, die bei 16° mit Wasserdampf gesättigt ist, übt nach Magnus keinen merklich grösseren Einfluss auf die Durchstrahlung als trockene Luft. Dass ein solcher Einfluss, führt er an, hervortreten werde, sobald ein Theil der Dämpfe sich als Nebel ausscheide, sei sehr wahrscheinlich.

Um vergleichungsweise auch den Einfluss einer Wärmequelle von höherer Temperatur zu studiren, sendet er nunmehr die Strahlen einer Gasflamme mit doppeltem Luftzuge gegen eine auf beiden Seiten durch Glasplatten luftdicht verschlossene Röhre von 1 m Länge und 35 mm Weite, in welche die verschiedenen Gase unter beliebigem Druck eingelassen werden konnten. Die Messungen mit dem Galvanometer wurden wie in der eben betrachteten Versuchsreihe ausgeführt. Ihre Ergebnisse stimmen qualitativ mit denen der früheren überein, doch zeigen die Gase für die Strahlen der Flamme im Allgemeinen eine grössere Diathermansie als für die von nicht glühenden Körpern ausgehenden oder von solchen reflectirten Strahlen. Der bei 16° in der Luft vorhandene Wasserdampf äussert auch in diesem Falle keinen bemerkenswerthen Einfluss.

Das zu diesen Versuchen verwendete Glasrohr ist innen mit einem schwarzen Ueberzuge bekleidet. Wird dieser weggelassen, so liefern die Wärmestrahlen, welche erst nach

wiederholten Reflexionen an der Röhrenwand auf die Thermosäule fallen, einen sehr bedeutenden Beitrag zu der Gesamtwirkung. Das Verhältniss der Mengen durchgestrahlter Wärme nähert sich aber jetzt (d. h. nach Entfernung des schwarzen Ueberzugs im Rohr), wenigstens bei dem grössten Theile der Gase, dem früher für die dunklen Strahlen beobachteten.

Später<sup>70)</sup> hat Magnus das Vermögen der Gase, die Strahlen des siedenden Wassers durchzulassen, auch noch mittelst eines Glasrohres von 1 m Länge geprüft, das senkrecht über dem konischen Reflector einer Thermosäule aufgestellt, und auf dessen oberem Ende das Siedegefäss ähnlich wie bei dem früher in Anwendung gebrachten Apparate aufgeschmolzen war. Diese Abänderung der früheren Einrichtung hatte hauptsächlich den Zweck, die Absorption der trockenen und der mit Wasserdampf gesättigten Luft nochmals auf's Sorgfältigste zu vergleichen. Wenn indessen der freie Zutritt der Strahlen zu der Säule nicht durch eine Steinsalzplatte gehindert war, so ergab sich jetzt, gerade so wie früher, nur ein geringer Unterschied, der stets weniger als 1 p. C. betrug.

Fast gleichzeitig mit Magnus hat auch Tyndall Versuche über die Absorption und Strahlung der Wärme durch Gase und Dämpfe veröffentlicht<sup>71)</sup>. Die Ergebnisse derselben, obgleich nach einer ganz verschiedenen Methode erhalten, stimmen dennoch für fast alle Gase mit den von Magnus aufgefundenen Werthen so nahe überein, als es sich bei derartigen Messungen, die wohl geeignet sind, quantitative Verschiedenheiten festzustellen, aber noch nicht als Rechnungsgrundlagen gelten wollen, irgendwie erwarten lässt.

Tyndall zeigt ebenso wie Magnus, dass von der Strahlenmenge, welche den leeren Raum durchdringt, von Luft, Sauerstoff, Stickstoff, nur wenig zurückgehalten wird, dass andere Gase mehr und wieder andere, wie z. B. das ölbildende Gas, sehr grosse Mengen verschlucken. Nur in Beziehung auf das Verhalten des Wasserdampfes gehen beide Beobachter

weit auseinander; denn während Magnus gefunden hatte, dass die Luftfeuchtigkeit den Charakter der Luft, nach dieser Seite hin, nur wenig ändert, giebt Tyndall an, dass die nicht getrocknete atmosphärische Luft an einem bestimmten Tage eine 15 mal so grosse Absorption als die getrocknete gezeigt habe<sup>72)</sup>. In noch auffallenderer Weise bestätigt Tyndall diesen merkwürdigen Einfluss des Wasserdampfs in einem Briefe an Sir John Herschel, in welchem er anführt, dass an einem bezeichneten Tage die Absorptionskraft des Wasserdampfes in der Luft 40 mal so gross als diejenige der trockenen Luft beobachtet wurde<sup>73)</sup>. Später, in einer grösseren Abhandlung<sup>74)</sup>, giebt er an, dass sie sogar das 60fache und mehr betragen könne.

Solche überraschende Beobachtungen verfehlten nicht, grosses Aufsehen zu erregen. Auch waren Tyndall sowohl als Andere alsbald bemüht, dieselben für die Aufklärung meteorologischer Erscheinungen mehrfach zu verwerthen. Andererseits musste sich Magnus aufgefordert fühlen, die Ursachen zu ergründen welche diese ganz abweichenden Ergebnisse bedingen konnten, und so entspann sich zwischen beiden Physikern eine sehr interessante Controverse, an der sich auf Tyndall's Seite auch Andere, wie Wild<sup>75)</sup> und Frankland<sup>76)</sup>, betheilig haben. Gustav Magnus hat leider den Austrag derselben nicht erlebt; sind doch auch heute noch die Meinungen der Naturforscher in dieser Angelegenheit getheilt geblieben! Aber wenn es ihm nicht vergönnt gewesen ist, die Streitfrage zu einer endgültigen Entscheidung zu führen, so haben doch seine zum Zweck ihrer Lösung unternommenen Untersuchungen die Wissenschaft sowohl durch Feststellung unvollkommen ermittelter Thatsachen als auch durch den Erwerb neuer Erfahrungen wesentlich bereichert. Die Freunde des Verewigten freuen sich dieser Untersuchungen überdies, weil aus ihnen wieder der eigenthümliche Charakter seiner Forscherweise, welche allen seinen

Beobachtungen einen so hohen Werth verleiht, in besonders glänzendem Lichte hervortritt, so die unerbittliche Strenge in der Beurtheilung der eigenen Arbeit, während die Leistungen Anderer die rücksichtsvollste Anerkennung finden, so die Unererschöpflichkeit seiner Hilfsquellen bei Ueberwindung experimentaler Schwierigkeiten, so endlich die ausdauernde Geduld, welche vor keinem Opfer an Zeit und Kraft zurückschreckt, wo es sich um Ergründung der Wahrheit handelt.

Wir würden die Grenzen, welche naturgemäss dieser Skizze gesteckt sind, überschreiten, wollten wir die Controverse zwischen dem deutschen und dem englischen Physiker in allen ihren einzelnen Phasen verfolgen. Wer eine klare Einsicht in dieselbe gewinnen will, der muss die Abhandlungen Beider studiren, um die von ihnen angewendeten Methoden vergleichen zu können. Einige der von Magnus gesammelten Erfahrungen mögen gleichwohl hier eine Stelle finden, wäre es auch nur, um die Sorgfalt zu bezeichnen, welche er der Klärung der Verhältnisse gewidmet hat.

Bei einem grossen Theil seiner Versuche hatte Tyndall zur Aufnahme der Gase ein Messingrohr benutzt, welches innen polirt war und an beiden Enden durch Steinsalzplatten luftdicht geschlossen werden konnte. Als Magnus<sup>77)</sup> in ähnlicher Weise experimentirte, fand auch er, dass die mit Wasser gesättigte Luft in beträchtlicher Menge mehr Wärmestrahlen aufzusaugen schien als die trockene. Aber er bemerkte zugleich, dass die Salzplatten, nur kurze Zeit mit der feuchten Luft in Berührung, sich mit einer dünnen Schicht Wasser überzogen. Da nun das Wasser, wie man weiss, die Wärmestrahlen, insbesondere die dunklen Arten, sehr begierig verschluckt, so konnte allein schon von diesem Umstande die Abweichung in den Beobachtungen herkommen.

Bei späteren Untersuchungen hat Tyndall statt des Messingrohrs auch eine Glasröhre benutzt. Dieselbe diente dazu, um sowohl mit als auch ohne Anwendung von Schluss-

platten die Absorptionsfähigkeit der trockenen und feuchten Luft für die Wärme zu vergleichen. In dem letzteren Falle strömte die Luft, während die Einwirkung der Wärmequelle auf das Galvanometer beobachtet wurde, an dem einen Ende des Rohres ein und wurde am anderen offenen Ende soweit als möglich mittelst einer Luftpumpe wieder ausgesogen. Auch bei dieser Anordnung des Versuches wird nach Tyndall eine starke wärmeabsorbirende Kraft des Wasserdampfes beobachtet.

Allein auch diese Methode ist, wie Magnus experimental nachgewiesen hat, nicht ohne Fehlerquellen. Die eingeblasene Luft entweicht nicht ausschliesslich auf dem ihr durch die Arbeit der Luftpumpe vorgezeichneten Wege; ein mehr oder weniger grosser Theil dringt unmittelbar aus den offenen Enden der Röhre hervor und gelangt bis zur Fläche der Säule. Ist es trockene Luft, so verdunstet dadurch von dem auf den Löthstellen der Thermosäule verdichteten hygroskopischen Wasser; ist es feuchte Luft, so vermehrt sich der Feuchtigkeitsniederschlag. Im ersten Falle giebt sich dies durch Erniedrigung, im zweiten durch Erhöhung der Temperatur zu erkennen. Diese Einwirkungen können so stark werden, dass sie sich ohne jede Mitwirkung einer anderen Wärmequelle wahrnehmen lassen. Zu dem Ende ist es nur nöthig, den Luftstrom gegen den konischen Reflector der Säule zu richten. Sie treten auch dann hervor, wenn die Löthstellen mit dünnen Scheiben beliebiger anderer Körper bedeckt werden. Die Stärke des Eindrucks ist nicht immer gleich; Magnus hat aber keinen Körper gefunden, dessen Oberfläche nicht durch einen darauf gerichteten Luftstrom, der dieselbe Temperatur hatte, abgekühlt oder erwärmt worden wäre, je nachdem die Luft trocken oder mit Feuchtigkeit gesättigt war<sup>78)</sup>.

In Folge des Feuchtigkeitsniederschlags auf der Oberfläche polirter Metalle und des Glases wird ihr Reflexionsvermögen für die Wärmestrahlen vermindert. So begreift es sich, dass die Wärmestrahlung durch ein Rohr mit polirter

Innenwandfläche alsbald abnehmen muss, wenn ein feuchter Luftstrom durch dasselbe geleitet wird, selbst dann, wenn kein Niederschlag in Form von Nebeln entsteht. Auf die thermoelektrische Säule wirkt diese verminderte Strahlung begreiflich gerade so, als ob das Absorptionsvermögen der Luft verstärkt worden sei. Um diese Fehlerquelle bei der Vergleichung des Wärmeabsorptionsvermögens trockener und feuchter Luft auf einen möglichst kleinen Werth zurückzuführen, ist es nothwendig, die Innenwand des Rohrs stark zu schwärzen oder mit Sammet anzukleiden<sup>79)</sup>. Magnus spricht wiederholt seine Ueberzeugung aus, dass bei Wahrnehmung dieser Vorsichtsmaassregel Andere gleich ihm selber finden würden, dass die Luft, wenn sie Wasserdämpfe enthält, nur unbedeutend weniger Wärmestrahlen durchlasse als im trockenen Zustande.

Seine Untersuchungen über die Eigenschaft der festen Körper, Dämpfe aus dem Gaszustand auf ihren Oberflächen niedersehlagen zu können, hat Magnus auch auf Alkohol, Aether und andere Dämpfe ausgedehnt. Er glaubte als eine allgemeine Erfahrung aussprechen zu können: dass die verschiedenartigsten Dämpfe an den Wänden fester Körper in hinreichender Menge verdichtet werden, um, sobald Niederschläge durch Zuströmen begünstigt werden, wahrnehmbare Temperaturveränderungen hervorzubringen.

Eine Schicht verdichteten Wasserdampfes findet sich zu jeder Zeit auf der Oberfläche aller festen Körper. Je nach dem Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre wird dieselbe stärker oder schwächer. Die Gewalt der Anziehung ist übrigens so mächtig, dass Magnus ihren Effect sowohl bei polirten als auch bei kienrussgeschwärzten Metallplatten selbst dann beobachten konnte, wenn ihre Temperatur, wie die der Luft, von weleher sie umhüllt waren, mehr als 20° über dem Thaupunkte lag<sup>80)</sup>. Eine ausführlichere Untersuchung dieser Erscheinung, welehe Magnus mit dem Worte Vaporhäsion bezeichnete, war von ihm beabsichtigt worden.

Das Absorptions- und das Ausstrahlungsvermögen der Körper für die Wärme stehen bekanntlich bei gleicher Temperatur immer in demselben Verhältnisse zu einander, in der Art, dass eine Körperfläche, die  $n$  mal so stark als eine andere absorhirt, auch  $n$  mal so stark ausstrahlt. Wenn daher die feuchte Luft Wärme in bedeutendem Maasse besser absorhirt als die trockene Luft, so muss erstere auch in demselben Maasse besser ausstrahlen.

Auf dieses Princip gründet sich ein Versuch, den Frankland<sup>81)</sup> angestellt hat, um Aufschlüsse über das Wärme-Absorptionsvermögen trockener und feuchter Luft zu gewinnen. Ein kleiner Holzkohleofen ist vor einer Thermosäule mit der Vorsicht aufgestellt, dass die Strahlung des Ofens und der glühenden Kohle den Reflector der Säule nicht erreichen kann, die Ablenkung des Galvanometers also lediglich durch die Wärmeausstrahlung der aus der glühenden Kohle sich erhebenden Gase bedingt ist. Nachdem diese Ablenkung sorgfältig durch die Strahlung einer constanten Wärmequelle auf der anderen Seite der Säule neutralisirt worden ist, lässt man einen Dampfstrom durch ein lothrecht den Ofen durchsetzendes Eisenrohr aufsteigen. Augenblicklich weicht das Galvanometer viel stärker ab als vor der Compensation. Bei Unterbrechung des Dampfstromes kehrt die Nadel sogleich auf den Nullpunkt der Scala zurück. Wird alsdann statt des Dampfes ein Luftstrom durch das Rohr getrieben, so erfolgt entweder gar keine Ablenkung oder eine schwache in entgegengesetzter Richtung. Die Hitze des Ofens verhindert die Condensation des Dampfes.

Frankland betrachtet es nach dem Ergebnisse dieses Versuches als erwiesen, dass die feuchte Luft die Wärme besser ausstrahle als die trockene, und schliesst, dass ihr aus demselben Grunde auch ein höheres Wärmeabsorptionsvermögen eigen sein müsse, wie dies von Tyndall behauptet wird.

Allein, wenn auch gewiss die Richtigkeit des Principes allgemeine Anerkennung findet, welches hier für die Lösung der Streitfrage angesprochen wird, so sind doch gegen die Ausführung des Versuchs gewichtige Bedenken erhoben worden. Sollten in der That ein Strom von Wasserdampf und ein Luftstrom, welche nacheinander durch die glühende Kohle streichen, ohne Einfluss auf die Temperatur der aus dem Ofen aufsteigenden Feuergase bleiben? Wenn aber ein solcher Einfluss stattfand, war es nicht wahrscheinlich, dass Wasserdampf und Luft eine ungleiche Temperaturveränderung hervorbringen würden? Endlich, war die Disposition des Versuches so getroffen, dass keine Spur des durch den Ofen streichenden Dampfes aus den ihm umhüllenden Feuergasen austreten und mit der Luft sich mischend Nebel bilden konnte?

Magnus<sup>82)</sup>, welcher alsbald diese Methode des Experimentirens aufnimmt, kommt in der That zu gerade dem entgegengesetzten Resultate wie Frankland. Für seine Versuche construirt er einen Apparat, der ihm gestattet, rasch hintereinander trockene und Feuchtigkeit enthaltende Luft durch ein glühendes Rohr und dann an dem konischen Reflector der Thermosäule vorüber streichen zu lassen, so jedoch, dass auf diesen ausser den Wärmestrahlen des Gases gleichzeitig keine andere Wärmequelle einwirken konnte. Ein in dem Luftstrom hängendes empfindliches Thermometer erlaubt die Temperatur desselben zu beobachten. Da die Menge der aufsteigenden Luft im Verhältniss zu den Dimensionen der glühenden Röhre eine mässige ist, so hat man es vollkommen in der Hand, jede Nebelbildung zu vermeiden. Die Wirksamkeit der Strahlung, ob trockene oder feuchte Luft aufstieg, war eine, wenn auch wahrnehmbare, doch äusserst geringe, bei feuchter Luft etwas grössere als bei trockener Luft. Zog dagegen ein Strom trockener und auf dieselbe Temperatur erhitzter Kohlensäure oder auch ein Strom Leuchtgas an der Säule vorüber, so ergab sich ein vielmal stärkerer

Ausschlag der Galvanometernadel. Ward endlich das Wasser in dem Kolben, durch welchen die Luft strich, um sich mit Feuchtigkeit zu sättigen, so stark erhitzt, dass sich in der ausströmenden Luft Nebel zeigten, so beobachtete man an dem Galvanometer einen 20 bis 30mal stärkeren Ausschlag, als er von trockener Luft erzeugt ward. Also auch die Methode der Strahlung führt Magnus wieder zu dem Schlusse, der sich aus allen seinen früheren Versuchen ergeben hatte, nämlich, dass feuchte Luft nicht mehr Wärme verschluckt als trockene.

Der Verfasser dieser Skizze hat seinen Freund den zuletzt beschriebenen Versuch des Oefteren ausführen sehen, und er muss gestehen, dass er selbst bei sorgfältigster Prüfung keine andere Interpretation der Erscheinung als die von Magnus gegebene hat finden können. Er ist begreiflich weit davon entfernt, seiner Beurtheilung einer Frage, die dem Kreise seiner Studien so ferne liegt, irgend welchen Werth beizulegen; er darf indessen nicht unerwähnt lassen, dass auch Physiker wie Dove, Riess, Poggendorff, du Bois-Reymond und Quincke<sup>83)</sup> diesen merkwürdigen Versuch gesehen haben, und dass von Keinem derselben eine andere Interpretation der Erscheinung gegeben worden ist.

„Uebrigens“, sagt Magnus, „hätte es dieses Versuches gar nicht bedurft. Ein sehr bekanntes Phänomen, das auf der Ausstrahlung der Wärme beruht, liefert einen schlagenderen Beweis für die geringe Absorptionsfähigkeit des Wasserdampfes als alle Versuche in den Laboratorien. Wäre der Wasserdampf in der That ein so guter Absorbent der Wärme, wie Tyndall behauptet, so würde es niemals thauen können. Denn der für den Thau unerlässliche Wasserdampf würde gleichsam eine Decke über der Oberfläche der Erde bilden und ihre Ausstrahlung verhindern. Aber gerade da, wo die Atmosphäre besonders wasserreich ist, in den Tropen, bildet sich der Thau vorzugsweise, und jene Gegenden würden, wie bekannt, aller Fruchtbarkeit entbehren, wenn den Pflanzen nicht durch den Thau Feuchtigkeit zugeführt würde.“

„Die Folgerungen, welche Frankland für die Eiszeit und Tyndall für gewisse klimatische Erscheinungen aus der grossen Absorptionsfähigkeit des Wasserdampfs herleiten, bleiben unverändert, wenn man statt des wirklichen Dampfes den nebelförmigen setzt; denn dieser ist es, der zur Erhaltung des schönen Grüns der britischen Inseln beiträgt, indem er sowohl die brennenden Strahlen der Sonne mässigt als grosse Kälten, die nur bei klarem Himmel und starker Ausstrahlung auftreten, verhindert“<sup>84</sup>).

Während Magnus sich mit dem Verhalten der Gase zur Wärmestrahlung beschäftigte, musste sich ihm häufig Gelegenheit bieten, seine Aufmerksamkeit auch nach verschiedenen anderen Richtungen diesem Theile der Wärmelehre zuzulenken. Viele der von ihm angestellten Versuche sind wohl ursprünglich zumal für die Ausbildung seiner Vorlesungen unternommen worden; allein, wie dies bei dem ernsten Arbeiten unseres Freundes so häufig zu geschehen pflegte, Untersuchungen, welche zunächst der eigenen Belehrung gewidmet sind, werden sehr bald zur Quelle der Belehrung auch Anderer und liefern schliesslich werthvolle Beiträge für den Ausbau der Wissenschaft.

Da die Leuchtkraft schwach leuchtender Flammen durch darin verbreitete glühendgewordene feste Theilchen in erstaunlicher Weise vermehrt wird, während doch die Temperatur der Flamme durch das Einbringen fremdartiger Substanzen, die am Verbrennungsprocesse sich nicht betheiligen, jedenfalls vermindert werden muss, so war es von Interesse zu erfahren, wie sich das Ausstrahlungsvermögen der nichtleuchtenden zur leuchtend gewordenen Flamme verhalte.

Es ergab sich, dass die Wärmemenge, die von der nichtleuchtenden Flamme eines Bunsen'schen Brenners ausgestrahlt wird, sich etwa um ein Drittheil vermehrt, sobald man etwas Natron in dieselbe einbringt. Der Versuch wurde in der Art angestellt, dass man stets eine bestimmte Stelle der Natronflamme mit derselben Stelle der nichtleuchtenden

Flamme verglich, jedoch so, dass das Natron, welches in die Flamme gebracht wurde, nicht gegen die Thermosäule, die zur Beobachtung diente, strahlen konnte.

Eine glühende Platinplatte an der untersuchten Stelle der Flamme veranlasste eine weitere Vermehrung der Ausstrahlung, und eine noch viel grössere Verstärkung trat ein, wenn die Platte zuvor mit Natriumcarbonat überzogen worden war. Endlich zeigte sich eine abermalige Steigerung der Ausstrahlung, als die Flamme mit Natrondämpfen dadurch erfüllt wurde, dass Natron auf einem Platinstreifen von einer tieferen Stelle in die Flamme eingebracht wurde, so jedoch, dass eine unmittelbare Ausstrahlung gegen die Säule ausgeschlossen war.

Es folgt hieraus, dass glühende Gase nicht nur viel weniger Wärme ausstrahlen als feste und flüssige Körper bei derselben Temperatur, sondern auch, dass erstere von den Strahlen der letzteren nur wenig zu absorbiren vermögen.

Dieses Verhalten des glühenden Natrons im flüssigen und dampfförmigen Zustande, meint Magnus, bestätigt in überraschender Weise die von Kirchhoff aufgestellte Ansicht, dass die Sonne aus einem glühenden Kerne bestehe, der von einer durchsichtigen Atmosphäre von etwas niedrigerer Temperatur umgeben sei<sup>85</sup>). Aehnlich wie Natriumsalze verhielten sich Lithium- und Strontiumsalze.

Die Wärmespectren der leuchtenden und nichtleuchtenden Flamme hat Magnus, ungeachtet der grossen Verschiedenheit ihrer Lichtstärke, in ihrer ganzen Ausdehnung gleich gefunden<sup>86</sup>).

Das ungleiche Ausstrahlungsvermögen eines und desselben Körpers, je nachdem seine Oberfläche glatt und polirt ist oder rauh und aufgerissen, ist seit Melloni wiederholt untersucht worden, und man glaubte im Allgemeinen, dass die vermehrte Ausstrahlung rauher Flächen auf einer Abnahme der Dichtigkeit beruhe, welche sie erfahren. Magnus hat die Kenntniss dieser Erscheinungen durch interessante Erfahrungen

erweitert. Er hat nämlich gefunden<sup>87)</sup>, dass Platin, in der Flamme eines Bunsen'sehen Brenners erhitzt, nahezu doppelt soviel Wärme ausstrahlt, wenn es mit Platinschwamm bedeckt ist als im glatten Zustande. Bei dieser Zunahme der Ausstrahlungsfähigkeit des Platins durch Platinirung auf der einen Seite hatte sich die Lichtstärke auf der rauh Seite im Vergleich zu derjenigen der glatt gebliebenen Seite augenscheinlich vermindert.

Das Verhältniss der Ausstrahlung der glatten zur platinirten Seite erschien wesentlich unverändert, als zwischen Wärmequelle und Säule diathermane Platten verschiedener Art, wie Steinsalz, Kalkspath, Bergkrystall, Rauchtöpas, Agat, Spiegelglas, Flintglas, dunkelgrünes Glas, sämmtlich 6 bis 7 mm dick, eingeschaltet wurden; Platten von rothem, orangegebem, gelbem, grünem, blauem, violettem sowie von farblosem Glas, glatt und rauh, alle von etwa 2 mm Dicke, verhielten sich in ähnlicher Weise. Auch Schwefelkohlenstoff, ferner Jod in Schwefelkohlenstoff gelöst, zwischen dünnen Steinsalzplatten in einer Schicht von 10 mm angewendet, absorbirten die Wärme beider Quellen in gleichem Verhältniss. Alaunplatten dagegen hielten fast den ganzen Ueberhuss der von dem platinirten Platin ausgehenden Strahlen zurück.

Wenn die von der glatten sowie von der mit Platinschwamm überkleideten Fläche einer glühenden Platinplatte ausgehenden Wärmestralen mittelst eines Steinsalzprisma's zerlegt wurden, so zeigte sich ihre Brechbarkeit von der Art, dass das Maximum der Wärmeanhäufung in beiden Fällen fast an dieselbe Stelle und zwar jenseits des Roths des gleichzeitig gebildeten Lichtspectrums fiel. Im Uebrigen besaßen beide Wärmespectren, soweit die prismatischen Untersuchungen mittelst der Thermosäule reichten, eine gleiche Ausdehnung.

Die von einer glatten Platinplatte gleichwie von andern Metallplatten, wenn sie stark erhitzt werden, ausgesendeten Wärmestralen sind zum grossen Theile polarisirt. War aber

die Platinfläche zuvor platinirt und die gebildete Schwammhülle hinlänglich dick, so vermochte Magnus nicht eine Spur polarisirter Wärmestrahlen zu entdecken. Er vermuthet, dass die widersprechende Beobachtung von de la Provostaye und P. Desains darauf beruhe, dass ihr Platin nicht stark genug platinirt war<sup>88</sup>). Die beiden genannten Physiker führen auch an, dass sie von einer Platinplatte, deren Temperatur unter der Glühhitze lag, polarisirte Wärme erhalten haben. Magnus erschien jedoch ihre Beobachtung nicht ganz entscheidend<sup>89</sup>), zumal für die Beantwortung der Frage, ob auch Wärme, die von glatten Flächen niedriger Temperatur (etwa von 100°) ausgestrahlt wird, polarisirt sei.

Da die Polarisirung durch doppeltbrechende Platten oder durch Säulen aus dünnen Glimmerplatten für die Untersuchung der dunklen Wärmestrahlen, welche von allen diesen Stoffen vollständig absorbirt werden, nicht anwendbar ist, so sehen wir Magnus seine Zuflucht zur Polarisirung durch Reflexion nehmen. Zu dem Ende construirt er sich einen besonderen Apparat, der im Wesentlichen folgende Einrichtung hat: ein Spiegel von schwarzem Glas ist zunächst um eine horizontale, durch seine Mitte und nach der Richtung der einfallenden Strahlen gehende Axe (*a*) drehbar. Um dieselbe Axe dreht sich ein Arm, an welchem eine Thermosäule in der Art befestigt ist, dass die Verlängerung ihrer Cylinder-Axe, welche gleichzeitig die ihres konischen Reflectors ist, durch den Mittelpunkt des Spiegels geht. Der Spiegel und mit ihm die Thermosäule drehen sich aber auch noch um eine andere, die horizontale rechtwinklig durchschneidende Axe; er lässt sich also in jeder Winkelneigung zu der Verticalebene gleichwie zu der Horizontalebene einstellen. Welche Stellung man ihm aber auch geben mag, die an der Drehung um die Horizontalaxe theilnehmende Thermosäule kann stets so gerichtet werden, dass horizontale auf den Spiegel einfallende Strahlen durch Reflexion in den konischen Reflector der Säule gelangen müssen.

Als Wärmequelle dient ein Gefäss aus Weissblech, das durch eingeleitete Dämpfe auf  $100^{\circ}$  erhalten werden kann. Dasselbe steht in gleicher Höhe mit dem Spiegel und ist um eine horizontale Axe drehbar, deren Verlängerung mit der Drehaxe ( $a$ ) des Spiegels zusammenfällt. Seine vordere gegen den Spiegel strahlende Fläche ist nun  $35^{\circ}$  gegen den Horizont geneigt. Durch Schirme mit kreisrunden Oeffnungen, deren Mittelpunkte in die Axe fallen, ist möglichst, obwohl inuner nicht ganz vollständig, dafür gesorgt, nur parallele Strahlen auf den Spiegel gelangen zu lassen.

Mit Hülfe dieses Apparats hat es nun keine Schwierigkeit, der ausstrahlenden und der Spiegelfläche eine solche gegenseitige Lage zu geben, dass die Normale der ersteren mit der Reflexionsebene der letzteren gleichlaufend ist, oder auch dass beide rechtwinklig zu einander stehen. War die bei  $100^{\circ}$  ausgestrahlte Wärme nicht polarisirt, so musste die von dem Spiegel reflectirte und zu der Thermosäule gelangende Wärme, von fremdartigen störenden Einflüssen natürlich abgesehen, in beiden Fällen gleich sein. War aber ein Theil der ausgestrahlten Wärme bereits polarisirt, und stand dessen Polarisationsebene wie bei den glühenden Platinplatten senkrecht gegen die Ebene, welche durch den ausgesandten Strahl und seine Normale auf der Ausstrahlungsfläche gebildet wird, so musste dieser Antheil bei der Ankunft an der Spiegelfläche im Falle der zuerst angenommenen Lage derselben zur wärmenden Fläche vollständig absorbirt, im zweiten Falle (des rechtwinkligen Standes beider Flächen) vollständig reflectirt werden.

Die Versuche zeigten nun in der That einen auffallenden Unterschied in der Einwirkung auf das Galvanometer, je nachdem die eine oder andere Stellung des Spiegels zur Wärmequelle in Anwendung kam. Ein nicht unbeträchtlicher Theil der Strahlen, welche von dem bis zu  $100^{\circ}$  erwärmten verzinnten Blech ausgingen, war folglich polarisirt. Magnus berechnet denselben zu 27 bis 28 p. C. der Wärmemenge,

welche von der verzinneten bis zu  $100^{\circ}$  erwärmten Blechplatte ausgestrahlt wurde. Dieser Berechnung legt er die Annahme zu Grunde, dass der Spiegel in jeder der beiden gegenseitigen Stellungen, die er einnahm, nur polarisirte Wärme reflectirt habe, dass folglich die gesammte ausgestrahlte Wärme der Summe der in beiden Stellungen reflectirten Mengen, und die Differenz dieser Mengen dem bereits beim Austritte aus der Blechplatte polarisirten Antheile proportional sei.

Auf dieser Blechplatte konnten auch andere Platten und Scheiben befestigt werden, deren Ausstrahlungsvermögen sich dann in ähnlicher Weise untersuchen liess. So fand Magnus, dass der polarisirte Antheil der ausgestrahlten Wärme bei polirtem Kupfer 22,4 p. C., bei polirtem Aluminium 28,5 p. C., bei polirtem schwarzem Glase 12,4 p. C. betrug. Durchsichtiges Glas verhielt sich ähnlich. Selbst mattgeschliffene Glasplatten polarisirten noch 5 bis 6 p. C. Als aber die wärmende Fläche mit schwarzem Tuch überzogen wurde, war an der Ausgangsstelle der Strahlen keine Polarisation mehr zu erkennen, d. h. die Ablenkungen der Nadel in beiden Stellungen des Spiegels waren gleich gross. Es ist bemerkenswerth, dass auch die glatten Oberflächen flüssiger Körper wie Quecksilber, Rüböl, Colophonium, weisses Wachs, Glycerin, Paraffin, bis zu  $100^{\circ}$  erwärmt, polarisirte Wärme ausstrahlten.

Magnus zieht aus seinen Beobachtungen die Folgerung, dass alle Stoffe, feste wie flüssige, bei glatter Oberfläche Wärme aussenden, deren Strahlen, wenn sie mit der Austrittsfläche einen Winkel bilden, nahezu entsprechend dem Polarisationswinkel des Glases, zum Theil polarisirt sind.

Wir haben unsern Freund auf seiner fast ein halbes Jahrhundert umfassenden ruhmvollen wissenschaftlichen Laufbahn begleitet. Seine Versuche haben nicht an Frische, seine Beobachtungen nicht an Sicherheit, seine Schlüsse nicht an Schärfe verloren. Wir nahen gleichwohl eilenden Fusses dem

Ziele. Es bleibt in der That nur noch über die schöne Reihe von Untersuchungen zu berichten, denen sein letztes Lebensjahr gewidmet war.

Magnus war mit den Versuchen über die Polarisation der Wärme von 100° noch beschäftigt, als er durch die Güte seines Freundes, des Oberberghauptmanns Krug von Nidda, einige vollkommen klare und durchsichtige Krystalle des in Stassfurt vorkommenden Chlorkaliums, welchem die Mineralogen den Namen Sylvin gegeben haben, erhielt. Wenn man sich der merkwürdigen Eigenschaften des dem Chlorkalium so nahe stehenden Steinsalzes erinnert, welches sich bekanntlich vor allen Körpern durch seine grosse Fähigkeit auszeichnet, Wärmestrahlen aller Art durchzulassen, so begreift man, mit welchem Eifer sich Magnus alsbald anschickte, das Verhalten des Sylvins zur strahlenden Wärme zu studiren. Für die Mitglieder der Chemischen Gesellschaft hat diese Arbeit ein ganz besonderes Interesse, da wir uns Alle freudig des Vortrages erinnern, welchen uns Magnus in der Sitzung vom 8. Juni 1868 über diesen Gegenstand gehalten hat<sup>90</sup>).

Seine Versuche zeigen, dass sich der Sylvin der strahlenden Wärme gegenüber ganz ähnlich verhält wie das Steinsalz, und zwar besitzt das bei Stassfurt gefundene Mineral genau dieselbe Diathermansie wie das Steinsalz von demselben Fundorte.

Fortgesetzte Forschungen lehren indessen, dass diese Gleichheit des Verhaltens doch nur mit Einschränkung anzunehmen sei<sup>91</sup>). Zunächst beweist Magnus, dass die Fähigkeit des Steinsalzes, den Wärmestrahlen aller Art den Durchgang in gleichem Verhältniss zu gestatten, nicht ganz so allgemein richtig ist, als bisher angenommen wurde. Klares Steinsalz, bis auf 150° erhitzt, strahlte Wärme in nicht unbeträchtlicher Menge aus, weniger als Sylvin bei gleicher Dicke der Platte (3 mm), aber mehr als polirtes Silber.

Die vom Steinsalz ausgesendeten Strahlen wurden von klaren, zwischen Wärmequelle und Thermosäule aufgestellten

Steinsalzplatten mit grosser Begierde aufgesogen und zwar in steigendem Verhältnisse bei zunehmender Dicke der absorbirenden Platte. Doch selbst schon bei 1 mm Dicke derselben wurde fast die Hälfte der Wärme zurückgehalten, welche nach Entfernung der Platte die Thermosäule erreichen konnte.

Sylvin zeigte fast dasselbe Absorptionsvermögen für die Wärmestrahlen des Steinsalzes. Vollkommen klare und durchsichtige Flussspathplatten von 2,8 bis 10 mm Dicke gestatteten dagegen nur 8,3 p. C. den Durchgang. Durchsichtige Platten von Chlor- und Bromsilber verhielten sich ähnlich wie Sylvin. Die Wärmestrahlen des erhitzten Sylvins wurden von Steinsalz und Flussspath in grösserer Menge als vom Sylvin selbst durchgelassen. Letzterer hielt bei 3 mm Dicke etwa die Hälfte, mehr aber bei grösserer Dicke zurück. Dicke Flussspathplatten hielten fast alle Wärme zurück, die von erhitztem Flussspath ausstrahlte. Steinsalz und insbesondere Sylvin liessen, ziemlich unabhängig von der Dicke der Platten, bis zu 90 p. C. davon durch. Die Strahlen, welche reines, bis zu 150° erhitztes Steinsalz aussendet, besitzen sämmtlich gleiche Brechbarkeit. Das Steinsalz ist monothermisch, wie sein glühender Dampf monochromatisch ist. Der Sylvin verhält sich zwar ähnlich dem Steinsalze, ist aber nicht in gleichem Grade monothermisch.

„Wenn es möglich wäre“, bemerkt Magnus am Schlusse seiner Mittheilung, „von der bei 150° ausgestrahlten Wärme ein Spectrum zu entwerfen, so würde, wenn Steinsalz der ausstrahlende Körper wäre, dieses Spectrum nur eine Bande enthalten. Wäre Sylvin zur Ausstrahlung benutzt, so würde das Spectrum ausgedehnter sein, aber doch nur einen kleinen Theil von dem Spectrum einnehmen, welches die vom Kienruss ausgestrahlte Wärme liefern würde.“

Seltsam genug! — wie die ersten Arbeiten von Gustav Magnus, so haben auch seine letzten zu einer Controverse geführt.

Als die Beobachtungen über das Ausstrahlungs- und Absorptions-Vermögen des Steinsalzes zuerst nur in einer kurzen Notiz<sup>92)</sup> bekannt wurden, versuchte Knoblauch<sup>93)</sup> dieselbe zu widerlegen und den Satz festzuhalten, dass chemisch reines und klares Steinsalz bei der gewöhnlichen Temperatur allen Wärmestrahlen den Durchgang in gleichem Verhältnisse gestatte, und dass in dieser Eigenschaft der Sylvin ihm am nächsten stehe.

Magnus hat noch kurz vor seinem Tode Kenntniss von Knoblauch's Aufsatz erhalten; zu einer eigentlichen Beantwortung desselben hat er nicht mehr Zeit gefunden; allein in einer Note, welche der im Märzhefte des laufenden Jahrgangs von Poggendorff's Annalen mitgetheilten vollständigen Arbeit vorgedruckt ist, glaubt er auf den Inhalt der Abhandlung als Antwort auf Knoblauch's Bemerkungen hinweisen zu dürfen.

In dieser Abhandlung, welche die Ergebnisse der Untersuchungen von Magnus ihrem ganzen Umfange nach darlegt, zeigt es sich dann allerdings, dass der oben erwähnte Satz im Wesentlichen nicht von ihm angegriffen worden war. Im Grunde hatte sich Magnus auch schon in der kurzen Anzeige seiner Arbeiten über diesen Punkt ausgesprochen, indem er sagte:

„Die grosse Diathermansie des Steinsalzes beruht nicht auf einem geringen Absorptionsvermögen desselben für die verschiedenen Wärmearten, sondern darauf, dass es nur eine einzige Wärmeart ausstrahlt und folglich auch nur diese eine absorbirt, und dass fast alle anderen Körper bei der Temperatur von 150<sup>0</sup> Wärme aussenden, die nur einen kleinen Theil oder gar keine von den Strahlen enthält, welche das Steinsalz aussendet.“

In Folge ihrer Einfachheit oder doch beschränkten Zusammensetzung bieten die Wärmestrahlen des Steinsalzes, Sylvins und Flussspathes, auch was ihre Reflexion anlangt, ein interessantes Verhalten. Von einer polirten Silberplatte wurden sie ungefähr in demselben Verhältniss wie die von

anderen erwärmten Körpern ausgehenden Strahlen reflectirt. Unter dem Einfallswinkel von  $45^{\circ}$  betrug der Antheil der reflectirten Strahlen etwa 86 bis 93 p. C. Unter demselben Winkel reflectirten Glasplatten 9 bis 11 p. C.; dagegen reflectirten Flussspathplatten von der Wärme des Steinsalzes 24,2, von der des Sylvins 18,1, von der des Flussspaths nur 10,9 p. C. Die Reflexion der Steinsalz- und Sylvinswärme von Steinsalz und Sylvin zeigte sich, wie zu erwarten war, nur gering, doch bei dem ersteren (8 p. C.) etwas beträchtlicher als bei dem letzteren (6 p. C.) Von der Wärme des Flussspaths (immer unter  $45^{\circ}$  Einfallswinkel) reflectirte Steinsalz 10, Sylvin aber nur 4 p. C.

Die letzten Versuche, mit denen sich Magnus beschäftigt hat, betreffen die Veränderung der Wärmestrahlung durch Rauheit der Oberfläche<sup>94</sup>); sie schliessen sich den vier Jahre früher<sup>95</sup>) angeführten Untersuchungen an, welche die Verschiedenheit der von rauhen und glatten Oberflächen ausgestrahlten Wärme zum Gegenstande hatten. Ausgangspunkt dieser Versuche ist die zuerst von dem Schotten Leslie aufgestellte, auch von Melloni und Anderen vertheidigte Ansicht, dass die veränderte Ausstrahlung nur auf einer Aenderung der Dichtigkeit der Oberflächenschicht beruhe, der Magnus selber früher gehuldigt hatte. Eine erneute Betrachtung dieser Frage hatte indessen Zweifel an der Richtigkeit jener Erklärung in ihm aufsteigen lassen, und seinen Ueberlieferungen bis zum Ende getreu, unternimmt er alsbald eine Reihe von Versuchen, um entweder diese Zweifel zu beseitigen oder eine richtigere Erklärung zu finden.

Bei diesen Untersuchungen wurden statt des Kupfers und anderer leicht oxydirbarer Metalle Platinplatten angewendet, bei denen auch andere Veränderungen der Oberfläche, wie sie beim Silber z. B. durch kleine Mengen von Schwefelwasserstoff entstehen, nicht zu befürchten waren. Magnus beschreibt die Ergebnisse dieser Versuche in folgenden Worten:

„Eine Platinplatte, die durch Auswalzen möglichst hart gemacht worden, strahlte, nachdem sie stark ausgeglüht war, ebensoviel Wärme aus als zuvor. Die Härte konnte hiernach die Ausstrahlung nicht bedingen.

„Eine andere Platinplatte war unter sehr starkem Druck zwischen zwei Walzen durchgegangen, von denen die eine fein gravirt war, so dass die Platte nach dem Walzen auf ihrer einen Seite kleine Erhöhungen zeigte, während die andere glatt war. Die erstere strahlte unbedeutend mehr als die andere aus. Nachdem aber die Platte stark geglüht worden, war auch dieser Unterschied nicht mehr bemerkbar. Es geht daraus hervor, dass bei sonst gleicher Beschaffenheit der Oberfläche Unebenheiten und selbst regelmässig wechselnde Erhöhungen und Vertiefungen vorhanden sein können, ohne dass dadurch eine Vermehrung der Ausstrahlung entsteht.

„Wurde dagegen eine ebene Platinplatte, welche mittelst der Glasbläserlampe ausgeglüht und ganz weich war, mit feinem Schmirgelpapier rauh gemacht, so steigerte sich ihre Ausstrahlung auf das Doppelte.

„Um einen solchen Vergleich anstellen zu können, geschah die Erwärmung der ausstrahlenden Platte mittelst eines kleinen Apparates aus Messing, der durch Dämpfe auf 100<sup>o</sup> C. erhalten wurde. Er bestand aus einem horizontal liegenden Cylinder von 50 mm innerem Durchmesser und ebensoviel Länge, dessen eine Basis von der zu untersuchenden Platte gebildet wurde. Um diese leicht mit einer anderen vertauschen zu können, war der Cylinder mit einem breiten Rande versehen, gegen den die Platte durch einen Messingring mittelst dreier Schrauben angedrückt wurde. Zur Dichtung dienten dazwischen gelegte Ringe aus starkem Papier, die vollkommen dampfdicht schlossen.

„Um sicher zu sein, dass bei Behandlung der Platte nicht irgend eine fremde Substanz auf derselben zurückgeblieben sei, z. B. Spuren von dem Leim des Schmirgelpapiers, obgleich dasselbe ganz trocken angewendet worden war, wurden die Platten, bevor man sie in dem Apparat befestigte, eine Zeitlang in concentrirter Salpetersäure erhitzt, sodann mit destillirtem Wasser so lange abgespült, bis alle Säure entfernt war, und darauf ge-

trocknet, ohne sie mit einem Tuch oder einem anderen Gegenstande zu berühren.

„Man kann sich schwer vorstellen, dass durch die leichte Behandlung mit Schmirgelpapier die Dichtigkeit der Oberfläche sich in solchem Maasse geändert haben sollte, dass die Ausstrahlung sich verdoppelte.

„Wurde eine Platinplatte mit einer dünnen Schicht von Platinschwamm überzogen, indem Platinsalmiak in dünner Schicht darauf gebracht und sie dann stark erhitzt wurde, so zeigte sie etwa die siebenfache Ausstrahlung von derjenigen, welche man vor dem Aufbringen des Platinschwamms beobachtet hatte.

„Der Platinschwamm ist lockerer als die Platte, auf der er befestigt ist; allein jedes einzelne Theilchen desselben ist ohne Zweifel ebenso hart wie ein Theilchen der ausgeglühten Platte. Die Wirkung des Schwammes beruht daher, wie es scheint, nur darauf, dass er mehr Spitzen und Ecken darbietet. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als die Ausstrahlung einer solchen mit Schwamm überzogenen Platte abnimmt, wenn sie öfters und anhaltender geglüht wird. Möglich, dass bei jedem neuen Erhitzen etwas von dem Schwamm sich ablöst; aber jedenfalls runden sich die äussersten Spitzen und Ecken zugleich ab. Härter können sie nicht werden.“

Magnus ist der Ansicht, dass die Vermehrung der Ausstrahlung bei rauher Oberfläche wesentlich von der Brechung abhängt, welche die Wärme bei ihrem Austritt aus der Oberfläche des strahlenden Körpers erleidet. Er erläutert diesen Einfluss für die verschiedenen Gestalten der Oberfläche und kommt dabei zu folgendem Schluss:

„Je grösser der Brechungsexponent der Wärme zwischen der ausstrahlenden Substanz und der Luft ist, um so geringer ist die Ausstrahlung aus der ebenen Oberfläche; in diesem Falle nimmt die Menge der nach innen reflectirten Wärme zu. Ohne Zweifel haben die Metalle einen sehr grossen Brechungsexponenten. Desshalb reflectiren sie die von aussen kommenden Strahlen und lassen nur wenig davon eindringen, und desshalb reflectiren sie auch die aus dem Innern kommenden nach innen und lassen nur wenig davon austreten. Grössere Unebenheiten der ausstrahlenden

Fläche haben nur unbedeutende Aenderungen der Ausstrahlung zur Folge. Eine solche tritt nur ein, wenn die Krümmungsradien sehr klein sind und sich sehr stark ändern, und wenn die ausstrahlende Substanz wenig diatherman ist. Im Allgemeinen kann zwar die Rauigkeit der Oberfläche sowohl eine Steigerung als eine Verminderung der Ausstrahlung bewirken; aber wenn die Unebenheiten sehr fein und sehr tief sind, so tritt bei wenig diathermanen Substanzen, wie den Metallen, fast stets eine Steigerung ein. Ist ein sehr feines Pulver derselben Substanz auf der ausstrahlenden Fläche befindlich, so steigert sich die Ausstrahlung bedeutend, nicht nur bei wenig diathermanen Körpern, wie den Metallen, sondern auch bei stark diathermanen, z. B. beim Steinsalz.“

Die hier angeführten Resultate wurden von Magnus am 11. October 1869 in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse der hiesigen Akademie der Wissenschaften verlesen<sup>96</sup>). Es war die letzte Arbeit, welche er der Akademie vorgetragen hat.

Mitte November theilte er das für die Abhandlungen der Akademie bestimmte Manuscript dieser Arbeit seinem Freunde Kronecker mit, um mit ihm die mathematische Entwicklung seiner Ansicht, zumal aber gewisse Consequenzen zu besprechen, welche sich aus den Fresnel'schen Intensitätsformeln ziehen lassen. An diese Besprechungen knüpften sich mehrfache mündliche und schriftliche Erörterungen zwischen den beiden Gelehrten, in Folge deren Magnus, dessen Gewissenhaftigkeit sich nie verläugnete, den Entschluss fasste, von der Veröffentlichung des Aufsatzes vorläufig abzusehen, um über die in demselben behandelte Frage weitere Versuche anzustellen. Allein es war ihm nicht vergönnt, die Untersuchung wieder aufzunehmen, und so hat er denn, als er sein Ende nahen fühlte, den Wunsch ausgesprochen, es möge die Abhandlung, deren Umarbeitung ihm versagt sei, in ihrer ursprünglichen Fassung mitgetheilt werden. Dieser Wunsch ist von seinem langjährigen Freunde Poggenдорff treulich

erfüllt worden; die Abhandlung ist bald nach seinem Tode im Julihefte der Annalen der Physik erschienen; eine die Abhandlung begleitende Note giebt uns von den eigenthümlichen Umständen Kenntniss, unter denen die letzte Arbeit von Gustav Magnus zur Veröffentlichung gelangt ist.

\* \* \*

Die Auszüge, welche ich aus den Abhandlungen unseres Freundes gegeben habe, fragmentarisch und ungleichartig wie sie sind, dürften hinreichen, um das Wesen und den Umfang seiner Forschung zu bezeichnen. Das vorwaltende Moment in allen diesen Arbeiten ist, wie man sieht, das Experiment; der Speculation wird nur dann ein Recht zugestanden, wenn sie in dem sichern Boden des Versuches wurzelt. Ueber den Werth der experimentalen Methode hat sich Magnus selber in seiner Rectoratsrede<sup>97)</sup> ausgesprochen, in welcher er die Naturwissenschaft gegen die eigenthümlicherweise von zwei ganz entgegengesetzten Seiten ausgehenden Angriffe vertheidigt.

„Zwar ist die Erkenntniss der Wahrheit“, sagt er, „das Ziel einer jeden Wissenschaft, die Naturforschung aber erfreut sich des Vorzuges, mehr als alle anderen Disciplinen geeignet zu sein, das Streben nach dieser Erkenntniss zu üben und zu befestigen. In dieser Beziehung bewährt sie sich als vortreffliches Bildungsmittel. Selbst die Mathematik steht ihr hierin nach.“

Und nachdem er eines Näheren ausgeführt hat, wie die mathematische Behandlung einer Frage nach streng vorgeschriebenen Formen erfolgt, während sich für die naturwissenschaftliche Forschung keine Regel aufstellen lässt, sondern jeder Fall einer besonderen Beurtheilung bedarf, damit der Forschende gegen Irrthümer sichergestellt sei, sagt er weiter:

„Hier tritt das Experiment in seine Bedeutung. Dies ist bestimmt, jene Sicherheit zu gewähren. Es ist der Prüfstein für den aufgestellten Gedanken. Es ist die Frage, die gestellt wird

um zu erfahren, ob derselbe auf der Wahrheit beruhte oder nicht. Nach unserer Ansicht heisst experimentiren nichts anderes als der Wahrheit seine Kräfte widmen:

*vero impendere vires.*“

Bei einer so bestimmt ausgesprochenen Vorliebe für das Experiment, und wenn man erwägt, nach wie vielen Richtungen Magnus diese Vorliebe bethätigt hat, wird es nicht befremden, dass er sich mit literarischen Arbeiten kaum beschäftigt hat. Grössere Werke, wie Monographien oder Lehrbücher, liegen nicht vor, jedoch hat er gelegentlich, aber gleichwohl äusserst selten, kleinere Beiträge zu einigen nicht ausschliesslich wissenschaftlichen Zeitschriften geliefert. Für die Ausführung grösserer literarischer Arbeiten gebrach es ihm in der That an der nöthigen Musse; die Zeit, welche ihm, nachdem er den zahlreichen Anforderungen seiner Stellung gerecht geworden war, die Beschäftigung mit experimentalen Studien übrig liess, war unverkürzt dem Unterrichte gewidmet.

In einer Versammlung, welche so viele von Magnus' Schülern zu Gliedern zählt, könnte es überflüssig erscheinen, seiner Lehrthätigkeit eine Lobrede halten zu wollen. Allein diese Blätter der Erinnerung sollen auch Denen, die nach uns kommen, ein Bild des Mannes geben, und ich würde mich daher einer unverzeihlichen Unterlassung schuldig machen, wollte ich nicht schliesslich auch bei dieser Seite seiner Wirksamkeit, welche nicht nur seinen zahlreichen Schülern zu Statten gekommen ist, sondern auch einen bleibenden Einfluss auf die Wissenschaft geübt hat, einen Augenblick verweilen.

Hören wir zunächst, wie er selber die Stellung des Lehrers an deutscher Hochschule auffasst. Im Laufe einer am Spätabend seines Lebens gehaltenen Festrede hat er Gelegenheit, die Verhältnisse des öffentlichen Unterrichts in England und Deutschland mit einander zu vergleichen. Er sagt:

„Allein, wenn Unterschiede in Charakter, in Brauch und Sitte, in Thun und Denken zwischen Engländern und Deutschen vorhanden sind, so treten sie wohl kaum auf irgend einem anderen Gebiete so bedeutungsvoll hervor als auf dem des öffentlichen Unterrichtes.

„Der Engländer — und wie der Einzelne, so die Nation — verfolgt sein Ziel stets unverrückten Auges. Ist es doch gerade dieses zähe Beharren auf dem einmal eingeschlagenenen Wege, welches die Nation so gross gemacht hat. Allein dieser Zug in dem englischen Charakter bedingt auch, dass die Jugend jenes Landes darauf hingewiesen ist, schnell zu lernen und das Erlernte unmittelbar für das Leben zu verwerthen.

„Wie ganz anders unsere jungen deutschen Akademiker, diejenigen zumal — und sie bilden ja noch immer den Kern unserer Studirenden —, welche eine reife Vorbildung mit auf die Hochschule bringen, eine Vorbildung, welche ihren Geist nach allen Richtungen entwickelt hat! Bei ihnen ist eine höhere, mehr ideale Auffassung der Dinge vorwaltend. Und diesem Umstande verdankt der deutsche Universitätslehrer die bevorzugte Stellung, deren er sich erfreut; dass seine Zuhörer von dem Bestreben erfüllt sind, nicht nur das Lehrobject sich anzueignen, sondern dasselbe auch zu durchdringen. Solche Schüler vermag der Lehrer bis an die äusserste Grenze der Wissenschaft zu führen, in ihnen vermag er die Begeisterung für den weiteren Ausbau dieser Wissenschaft zu wecken. Wie reich und mannichfaltig die Früchte dieser Bestrebungen sich theilweise schon während ihres Aufenthaltes auf der Universität gestalten, dafür liefern die Doctor-dissertationen ein erfreuliches Zeugniß.

„Ein deutscher Lehrer, der selbst vom heiligen Feuer für seine Wissenschaft durchglüht ist — nur vor solchen Zuhörern wird er sich genügen!“

Kein Wunder, dass Auffassungen, wie sie sich in diesen Worten spiegeln, und wie sie Magnus auf seiner ganzen Laufbahn geleitet haben, bei den Studirenden ein lebhaftes Echo finden und zu dem schönen Verhältnisse zwischen Schülern und Lehrer führen mussten, welches ich in einem früheren Abschnitte dieser Skizze zu schildern versucht habe.

Die akademische Thätigkeit Gustav Magnus' hat sich in drei verschiedenen Formen geltend gemacht, in Vorlesungen, in Colloquien und in Anleitungen zur experimentalen Forschung. Seine Hauptvorlesungen waren, wie bereits erwähnt worden, Physik und Technologie. In den ersten Semestern nach seiner Habilitation, von Sommer 1832 bis Sommer 1833, hat er nur Technologie gelesen; seine erste Vorlesung über Physik fällt in das Wintersemester 1833/34, und von diesem Zeitpunkte an bis zu seinem Tode wechselte ohne Unterbrechung der Sommervortrag über Technologie mit der physikalischen Wintervorlesung; im Sommersemester 1869 hat er die Technologie zum neununddreissigsten Male vorgetragen; die Wintervorlesung 1869/70, die er nicht mehr vollenden sollte, ist die siebenunddreissigste über Physik gewesen. Neben diesen beiden grossen Collegien hat er noch vorübergehend (in den Sommersemestern 1844 und 1845) öffentliche Vorträge über die Theorie des Galvanismus gehalten. Der Cyklus seiner berühmten physikalischen Colloquien beginnt im Jahre 1843; Anfangs (1843—1845) hält er dieselben nur im Sommer, aber vom Jahre 1846 an folgen sie sich allsemesterlich bis zu seinem Tode. Die Experimentalübungen datiren vom Anbeginn seiner akademischen Laufbahn; allein, da es Magnus erst in späteren Jahren gelingt, ein öffentliches Laboratorium zu erhalten, so tragen dieselben doch auch mehr einen privaten Charakter, indem er sich darauf beschränken muss, jungen Männern, welche er als besonders strebsam und befähigt erkannt hat, sein Privatlaboratorium zu öffnen. Erst im Sommer 1863 bewilligt die Regierung einen Fond für die Begründung und eine jährliche Dotation für die Erhaltung eines physikalischen Laboratoriums, welches Magnus in dem von ihm bewohnten Hause Kupfergraben 7 einrichtet. Von diesem Zeitpunkte nehmen die Experimentalübungen mit der Oeffentlichkeit eine regelmässigeren Ausbildung und einen grösseren Umfang an.

Was zuerst die Vorlesungen anlangt, so erinnert sich Jeder, der Magnus hat reden hören, in wie hohem Grade ihm die Gabe der Mittheilung verliehen war; sein erstgediegener Vortrag zeichnete sich durch eine lichtvolle Klarheit aus, welche den schwierigsten Aufgaben der Darstellung gewachsen war. Von der eleganten, an englische Ausdrucksformen erinnernden Bildung kurzer Sätze, welche im Flusse der Rede ihm eigen war, erhält man kaum ein deutliches Bild aus der Abfassung seiner Abhandlungen, in denen er mehr vollendete Präcision und Deutlichkeit als Grazie der Darstellung anstrebte. Seine Sprache war gewählt, nicht gesucht, völlig frei von allem Ansatz zum Schwülstigen, jedes seiner Worte gehörte zur Sache; Niemand hasste mehr als er die Phrase, und jedwedes Haschen nach Effect war dieser einfachen Natur ganz und gar zuwider. Und derselbe edle Styl, der seinen Vortrag kennzeichnet, tritt uns aus der experimentalen Ausstattung seiner Vorlesungen entgegen. Ein enthusiastischer Freund des Experiments, versagt er es sich nicht, die Aufmerksamkeit seines Zuhörers durch die gediegene Pracht der Erscheinungen zu fesseln, welche er ihm vorführt. Seine Instrumente, seine Apparate, alle Hilfsmittel, deren er sich bedient, stehen auf der Höhe der Zeit und sind stets das Beste, was für Kraft und Geld zu haben ist; und von der ausdauernden Sorgfalt, mit welcher alle für das Gelingen eines Versuches erforderlichen Bedingungen studirt werden, mit welcher der Versuch „durchprobirt“ wird, bis er „geht“ — seine Assistenten wissen davon zu erzählen. Aber wie überall, so hat er auch hier wieder das feine Maass gefunden; der schönste Versuch ist ihm immer nur Mittel zum Zweck, und niemals überwuchert das Experiment die Wahrheit, welche mit seiner Hilfe zur Anschauung kommen soll. Mit bewundernswürdiger Selbstverläugnung wird der sinnreichste Apparat, der eben mit grossen Kosten und noch grösserem Zeitaufwande fertig geworden ist, zur Seite geschoben, sobald sich

die Erscheinung, um deren Veranschaulichung es sich handelt, mit einfacheren Mitteln hervorrufen lässt.

Wenn man sich der ganz besonderen Begabung erinnert, welche Magnus für die Construction von Apparaten besass, und der Sicherheit, mit der er experimentale Schwierigkeiten beherrschte, wie sie uns aus jeder seiner Arbeiten entgegen treten, und dass dieses Talent mit Vorliebe und unter den glücklichsten äusseren Bedingungen während einer so langen Reihe von Jahren im Interesse seiner Vorlesungen geübt ward, so ist es in der That zu bedauern, dass er so wenige der auf diesem Felde gesammelten Erfahrungen veröffentlicht hat. Hoffentlich hat sich die Tradition derselben bei seinen zahlreichen Schülern erhalten. Einige wenige seiner berückenden Versuche und fein ausgedachten Apparate sind indess bereits allgemeiner bekannt geworden. So mag hier, was Vorlesungsversuche angeht, an die schöne Beobachtung erinnert werden, dass sich die an den Polen eines Magneten haftende Eisenfeile entzünden lässt. Der Feuerregen, welchen der brennende Eisenbart beim Schwingen des Magneten in der Luft entsendet, kommt in jeder chemischen Vorlesung zur Ausführung, so dass wir Magnus schon beim Eintritt in unsere Wissenschaft gleich auf der Schwelle begegnen. Von seinen Instrumenten verdient hier, neben den schon in den Auszügen aus seinen Arbeiten genannten, noch besonders des schönen Compressionsapparates gedacht zu werden, welcher besser als jeder andere geeignet ist, in Vorlesungen die Volumveränderung der Gase bei verändertem Druck zu zeigen. Die Gase sind in graduirten Röhren über Quecksilber abgesperrt, und Wanne und Röhren befinden sich in einem grossen starken verschliessbaren Glascylinder, in welchen man mittelst einer Druckpumpe Wasser einpumpen kann. Ein Luftmanometer giebt den Druck an, während wir die Volumveränderung der Gase an den in den Glasröhren aufsteigenden Quecksilbersäulen direct beobachten.

Der Apparat dürfte wohl in keinem physikalischen Cabinet mehr fehlen.

Die reiche Erfahrung in der Herstellung chemischer und physikalischer Instrumente, in der Einrichtung gewerblicher Anlagen, überhaupt in der Lösung aller constructiven Aufgaben, welche Magnus gesammelt hatte, ist auch vielen Anderen zu Gute gekommen. Wie viele Male ist sein Rath eingeholt worden, welchen der uneigennützig Mann stets mit der grössten Bereitwilligkeit ertheilte! Wie oft hat der Verfasser dieser Skizze werthvolle Fingerzeige von seinem Freunde erhalten! Während die Dispositionen für die neuen Laboratorien in Bonn und Berlin getroffen wurden, wie oft ist in zweifelhaften Fällen seine Stimme entscheidend gewesen! Und wenn es sich um die Beschaffung von Apparaten handelte, wie häufig hat auch hier wieder die erprobte Sachkenntniss von Magnus den Ausschlag gegeben! Der werthvollen Hülfe, welche er dem Verfasser noch vor Kurzem erst bei der Construction eines einfachen für gasometrische Zwecke bestimmten Kathetometers geleistet hat, muss hier noch mit besonderem Danke gedacht werden.

Die grosse Sorgfalt, mit welcher Magnus der experimentalen, überhaupt der illustrativen Ausstattung seiner Vorlesungen oblag, zeigt deutlich, wie wenig im naturwissenschaftlichen Unterricht der mündliche Vortrag ihm ausreichend erschien. Von dieser Auffassung geleitet, war er schon frühzeitig bedacht gewesen, den Nutzen seiner technologischen Vorlesungen für die Zuhörer dadurch zu erhöhen, dass er ihnen Gelegenheit verschaffte, gewerbliche Anlagen und industrielle Werkstätten zu besuchen. Zu dem Ende pflegte er mit ihnen regelmässige technologische Ausflüge theils in Berlin, theils in der Umgegend zu unternehmen. Sehr bescheiden in ihren Anfängen, hatten diese Excursionen, als seine Beziehungen zu den Fabrikanten sich erweiterten, zumal als er die grosse Mehrzahl der Berliner Industriellen seine

Schüler nennen durfte, allmählich eine Ausdehnung und Bedeutung gewonnen, welche diesem Systeme des technologischen Unterrichtes einen weit über die Grenzen Deutschlands hinausgehenden Ruf verschafften. Wie sehr aber auch Magnus, ganz abgesehen von äusseren Hilfsmitteln, welche ihm glückliche Verhältnisse boten, der Mann war, einen so seltsam aus den heterogensten Bestandtheilen zusammengesetzten Complex des Wissens wie die Technologie geistig zu bewältigen und zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu verschmelzen, muss Jedem einleuchten, der seine umfangreichen Forschungen auch nur flüchtig überblickt hat. Wenige Vorlesungen dürften bei den Zuhörern einen tieferen Eindruck hinterlassen haben als die von Magnus. Viele seiner älteren Schüler, die jetzt grosse Stellungen in der Wissenschaft und der Praxis einnehmen — und ich darf hier Namen nennen wie die meiner Freunde W. Siemens und F. Varrentrapp —, sprechen noch heute, nach so vielen Jahren, mit dem lebhaftesten Danke von den vielseitigen Anregungen für's Leben, welche sie aus diesen Vorlesungen mitgenommen haben.

Die technologischen Exeursionen und der lebhafte Verkehr zwischen Lehrer und Schülern, welcher sich aus ihnen entfaltete, waren es, welche in Magnus zuerst den Wunsch rege machten, auch seine physikalischen Zuhörer, oder wenigstens einen Theil derselben, in ein engeres Verhältniss an sich heranzuziehen. Das Jahr 1843 brachte diesem langgehegten Wunsche Erfüllung. Im Sommer des genannten Jahres hatte sich um Magnus ein Kreis ausgezeichneter junger Männer geschaart, wie sie sich, bei grosser Verschiedenheit der speciellen Studien gleichwohl in dem Streben nach einer vollendeten physikalischen Durchbildung geeinigt, nicht leicht auf einer Hochschule wieder zusammenfinden dürften. Diesen schlug Magnus eine wöchentliche Zusammenkunft in seinem Hause vor, um physikalische Fragen im Allgemeinen, besonders aber alle neuen Arbeiten auf dem Gebiete der Physik

zu besprechen, daher der Name physikalische Colloquien, welchen diese Zusammenkünfte alsbald annahmen. Der Verfasser dieser Skizze, dem die Magnus'schen Zuhörerlisten vorliegen, kann es sich nicht versagen, die Namen der zehn Theilnehmer anzuführen, welche sich an dem dritten Dienstage des April genannten Jahres unter Magnus' Aegide zu dem ersten dieser Colloquien versammelten. Er findet die Namen von Bärensprung, Wilhelm Beetz, Emil du Bois-Reymond, Ernst Brücke, Rudolf Clausius, H. Eichhorn, Fabian von Feilitzsch, Wilhelm Heintz, Gustav Karsten, Vettin. Nicht weniger als Acht von diesen Zehn nehmen im Augenblick hervorragende Stellungen an deutschen Universitäten oder höheren Unterrichtsanstalten ein!

Diese unter so glücklichen Auspicien begonnenen physikalischen Abende erwiesen sich alsbald von dem allergrössten Nutzen für sämmtliche Betheiligte. Es ist mir nicht vergönnt gewesen, den Colloquien beizuwohnen; aber ich habe sehr oft Gelegenheit gehabt, mit Chemikern und Physikern zu verkehren, welche sich in freudiger Dankbarkeit der Theilnahme an diesen Vereinigungen erinnern. Viele versichern, dass sie dem freundschaftlichen Verkehre mit Magnus in den Colloquien die ersten tieferen Einblicke in die Aufgabe des physikalischen Studiums verdanken, und dass sie in ihnen die fruchtbringendsten Anregungen für die Wissenschaft erhalten haben. Wie sehr dieser colloquiale Verkehr einem wahren Bedürfnisse entsprach, ergiebt sich recht deutlich aus dem Umstande, dass schon bald nach Eröffnung desselben die schönen durch ihn erzielten Erfolge bei einigen der früheren Theilnehmer den Gedanken weckten, zu einem ähnlichen wissenschaftlichen Vereine auf breiterer Grundlage zusammenzutreten. So entstand im Jahre 1845 die Berliner Physikalische Gesellschaft, deren fünfundzwanzigjähriges Bestehen im Anfange dieses Jahres in so heiterer Weise gefeiert worden ist. Den physikalischen Collo-

quien hat die Gründung dieser Gesellschaft, welche umfangreichere Aufgaben verfolgt, keinen Abbruch gethan; denn nach wie vor finden wir eine sich stets gleichbleibende rege Betheiligung. Die Liste der Theilnehmer, welche mit dem März 1843 beginnt und bis zum Februar 1870, also fast bis zum Tode Magnus', reicht, mithin einen Zeitraum von siebenundzwanzig Jahren umfasst, enthält nicht weniger als 268 verschiedene Namen, und wenn wir unter diesen, neben denen der bereits genannten ersten Theilnehmer an dem Colloquium, diejenigen von Männern lesen wie Baeyer, Clebsch, Kirchhoff, Knoblauch, Kundt, Paalzow, Quincke, vom Rath, R. Schneider, R. Weber, Wiedemann, Wüllner und so vielen Anderen, so erhellt aus dieser glänzenden Liste zur Genüge, welchen Einfluss die Lehrthätigkeit unseres Freundes auf den Fortschritt der Wissenschaft geübt hat. Für Magnus sind übrigens diese Colloquien eine Quelle der reinsten Freude gewesen. Er fühlte sich wohlthuend berührt von dem erfrischenden Hauche, welcher ihn aus dem Verkehr mit strebsamen jungen Männern anwehte; aber auch der wissenschaftliche Gewinn, den ihm seine physikalischen Abende brachten, darf nicht gering angeschlagen werden. Im Anfange des Semesters wurden die Rollen vertheilt; ein jedes der Mitglieder übernahm es, über einen Theil der neuen Erscheinungen auf dem Gebiete der Physik ein Referat zu liefern, in welchem sich die neuen Erfahrungen an das bereits Bekannte anlehnten. Für diesen Zweck besorgte Magnus mit grosser Sorgfalt die nöthige Literatur, und da der ganze Charakter der Vereinigung Unwissenheit und Unfleiss ausschloss, so war mit einiger Sicherheit darauf zu rechnen, dass, nach mehrwöchentlichen Studien, in der zum Vortrage anberaumten Sitzung eine werthvolle Arbeit zu Tage kam. An den Vortrag reihte sich alsdann eine vollkommen ungezwungene belebte Discussion, an der sich auch die

Schüchternsten oft und gern beteiligten. Magnus pflegte zu sagen, dass er aus den Colloquien mindestens ebenso viel lerne wie seine jungen Freunde. Daher denn sein nie müde werdendes Interesse an diesen physikalischen Vereinigungen. Am Dienstag Abend war er für jeden Nichtcolloquenten vollkommen unzugänglich; ich glaube nicht, dass er im Laufe eines Vierteljahrhunderts das Colloquium mehr als ein halbes Dutzend Mal ausgesetzt hat.

Dass Magnus neben seinen experimentalen Studien, neben seinen ununterbrochenen Vorlesungen und Colloquien auch noch gleichzeitig eine grossartige Wirksamkeit als Leiter eines chemischen und physikalischen Laboratoriums ausüben konnte, bezeugt auf's Neue die unerschöpfliche Arbeitskraft des Mannes, aber auch die stramme Oekonomie, mit welcher er seine Zeit einzutheilen wusste. Zwar war es kein ausgedehntes Laboratorium, dem er vorstand, zwar waren es niemals Viele, die gleichzeitig unter seiner Führung arbeiteten; aber nichtsdestoweniger häuften sich eigenthümliche Schwierigkeiten, unter denen er diese Aufgabe zu lösen hatte. Wie in allen anderen, so war er auch in dieser Phase seiner akademischen Laufbahn fast ausschliesslich auf eigene Mittel angewiesen. Die ihm zur Verfügung stehenden Räume waren verhältnissmässig beschränkt, und da sie für die Zwecke, denen sie dienen mussten, nicht ursprünglich bestimmt gewesen, auch in anderer Beziehung ganz unzureichend. Bedenkt man ferner, dass die meisten seiner Laboranten mit Experimentaluntersuchungen beschäftigt waren, bei deren Ausführung sie jeden Augenblick in der Erfahrung des Lehrers Rath und Hülfe zu suchen hatten, endlich, dass die Fragen, deren Lösung sie anstrebten, wiederum, wie Magnus' eigene Forschungen, den verschiedensten Gebieten der Chemie und Physik angehörten, so sind wir erstaunt, wie der vielbeschäftigte Mann auch diesen Anforderungen nach allen Richtungen Genüge leistete. Die Zahl der aus seinem Laboratorium hervorgegangenen Originalabhandlungen beläuft

sich auf nicht weniger als 77, von denen 29 der früheren Periode angehören, in welcher er kaum mehr als zwei oder drei Schüler gleichzeitig aufzunehmen im Stande war, während 48 in den letzten sieben Jahren entstanden sind, seit sich die äusseren ihm zu Gebote stehenden Mittel durch die Begründung des physikalischen Laboratoriums wesentlich erweitert hatten\*).

Unter diesen letzteren möge es genügen, auf die schönen kristallographisch-optischen Forschungen von Groth, auf die zahlreichen und wichtigen akustischen Arbeiten von Kundt und von Warburg, auf die verschiedenen chemischen Abhandlungen von Schultz-Sellaek hinzuweisen. Von den aus älterer Zeit stammenden Untersuchungen finden wir werthvolle chemische Arbeiten von Beetz über Kobaltverbindungen, von Rüdorff über Gefrieren und über Kältemischungen, von R. Schneider über Wismuthverbindungen und über das Atomgewicht des Wismuths, von Unger über das Xanthin, von Vögeli über die Phosphorsäure-Aether, von R. Weber über Aluminiumverbindungen und über Wärmeentwicklung bei Molecularveränderungen, endlich die wichtigen Versuche von Wiedemann über den Harnstoff, welche bekanntlich zur Entdeckung des Biurets geführt haben. Auch verschiedene ausgezeichnete physikalische Untersuchungen, so die von Tyndall über Diamagnetismus und über die Polarität des Wismuths, so die von Wüllner über die Spannung der Dämpfe aus Salzlösungen, gehören dieser Periode an. Unter den Arbeiten der frühesten Zeit begegnen wir auch einer Untersuchung des berühmten Naturforschers, welchem die ehrenvolle Aufgabe zu Theil geworden ist, uns Gustav Magnus an der hiesigen Hochschule zu ersetzen. Die ersten

---

\*) Die Herren Professoren R. Weber und A. Kundt, beide früher während mehrerer Jahre Assistenten bei Magnus, haben die Güte gehabt, Verzeichnisse aufzustellen, ersterer von den der früheren Periode angehörenden, letzterer von den im physikalischen Laboratorium ausgeführten Arbeiten. Diese Verzeichnisse, für welche ich den genannten Herren zu bestem Danke verpflichtet bin, sind am Schlusse angefügt.

Untersuchungen von Hermann Helmholtz, die Versuche über Fäulniss, sind in dem Laboratorium seines Vorgängers ausgeführt worden.

Wenn wir die grossartige akademische Wirksamkeit des Mannes überblicken, wie sie uns aus den gegebenen Andeutungen, obwohl immer nur sehr unvollkommen, entgegentritt, so werden wir uns stets erinnern, wie vielen Dank ihm unsere Universität schuldet. Die Berliner Hochschule hat sich des seltenen Glückes erfreut, dass in ihrem Schoosse zwei Koryphäen der Wissenschaft wie Magnus und Dove während eines mehr als ein Menschenalter umfassenden Zeitraumes an der Spitze der physikalischen Studien gestanden haben, während gleichzeitig in den angrenzenden Wissenschaften nicht minder hervorragende Gelehrte wirkten, wie Mitscherlich, Heinrich und Gustav Rose auf dem Felde der Chemie, wie Dirichlet, Jacobi und später Kummer, Weierstrass und Kronecker auf mathematischem Gebiete. Kein Wunder, dass sich unter den Auspicien von Magnus und Dove, denen solche Kräfte gesellt waren, in Berlin schon seit Decennien eine blühende Pflanzschule der Physik entfaltet hat, deren Jünger bereits über alle Theile Europa's verbreitet sind.

\*            \*            \*

Wem es höchste Lebensaufgabe war, der Wissenschaft zu dienen, dem konnte auch der Dank der Wissenschaft nicht ausbleiben. Die Akademien und gelehrten Gesellschaften Deutschlands sowohl als des Auslandes wetteiferten, Magnus unter ihre Ehrenmitglieder aufzunehmen. Am 30. April 1863 wurde er zum auswärtigen Mitgliede der *Royal Society*, am 13. Juni 1864 zum Correspondenten der französischen Akademie der Wissenschaften erwählt. Auch Ehrenbezeugungen anderer Art haben ihm nicht gefehlt; mit Titeln und Orden ist er reichlich bedacht worden. Deutsche Fürsten, die als Jünglinge seine Schüler waren, haben sich als Männer geehrt,

indem sie ihn mit Auszeichnungen überhäufte. In Erz und Marmor sind seine Züge verewigt worden. Schon prangt sein Bildniß neben denen Liebig's, Bunsen's, Dove's in der Festhalle des neuen rheinischen Polytechnicums, welches an der westlichen Marke unseres Vaterlandes noch in diesen Tagen erst vollendet worden ist, und ehe viele Monate vergehen, werden wir seine Marmorbüste in der Aula der Hochschule aufstellen, der er so viele Jahre hindurch seine besten Kräfte gewidmet hat<sup>98</sup>).

\*            \*            \*

Werfen wir noch einen Abschiedsblick auf das schöne Leben, dessen Bild sich vor unseren Augen entrollt hat! Angesichts der grossen Erfolge, welche die Arbeiten des Gelehrten krönten, theilen wir Alle die frohe Ueberzeugung, dass der Name Gustav Magnus unter denen der hervorragenden Forscher unseres Jahrhunderts in dem Buche der Geschichte für alle Zeiten verzeichnet ist. Aber wenn wir mit gerechtem Stolze auf die glänzende wissenschaftliche Laufbahn unseres heimgegangenen Vereinsgenossen zurückschauen, so wollen wir uns doch stets auch des bescheideneren, aber wahrlich nicht minder beneidenswerthen Ruhmes erinnern, welchen ihm die Tugenden des Mannes in so reichem Maasse erwarben, dass sein Andenken wie ein theures Kleinod von Schülern und Freunden in dankbarem Herzen bewahrt wird!

---

Berlin 5 Oct. 68.

Mein lieber Fritz!

Gut der Kunde auf den ich  
vertrauensvoll bin und bei  
wem ich dich als wieder in Göttingen  
hast, sehr lieblich mich und wieder,  
so viel mir man es in unsern  
Tagen sein kann, soll und muß.  
Du wir so zu Mühe ist all inwendig  
der gezeichnet mit einem Briefe  
in Briefstunde so viele in der  
Freunde aufzufüllen. Plebeus in  
Kommune stumt zu künftigen Jahre, nicht  
ist dich mich unsern Entschlossen  
mit Klauen zu halten lassen. So ist  
merklich genug, mir leben soll

37 Zufolge gebracht, haben wir in  
Körper sehr ab die Kräfte verlieren  
unpassenden Zustand der wir  
pless ad inen nur auf Körper Zeit  
gesehen, d. das ist mir mit unterfallen  
ist mir inen auf sich des Wollers  
an demselb, als wenn ich mir mit  
auf große für die demselb. Das ist  
sehr allig unverständlich d. ist falls mir  
off überlegt müssen das selbst  
haben wir mit beiden für mich  
ändert, oder haben wir mit für sich  
verlieh verändert, oder nicht ad das  
das mir die Gedanken die mit sich  
die kommen nicht mit demselb, inen  
Vaterfalleins für mich des Ober.  
flücht kommen. Das ist für mich  
ist nicht unverständlich! Es ist nicht ad  
das unter für mich! Aber nicht  
ist nicht unverständlich! Das ist nicht für

sein Kopf es ja ist, mir ist es so viel wie  
der manne nicht viel können.

.....

.....

..... Lebewohl und  
bleib mir treu, der Ständt und  
gibt mich.

Lein

Geborgens.



## Wissenschaftliche Untersuchungen aus Magnus' Privat-Laboratorium.

- Beetz, Ueber Umwandlung von Talg in Stearin. Pogg. Ann. LIX, 111. (1843) — Ueber Kobaltverbindungen. Ebend. LXI, 472. (1844)
- Brunner, Dichte des Eises. Pogg. Ann. LXIV, 113. (1845) — Ueber Cohäsion der Flüssigkeiten. Ebend. LXX, 481. (1847)
- Eichhorn, Ueber das Fett der Kartoffel. Pogg. Ann. LXXXVII, 227. (1852)
- Helmholtz, Ueber Fäulniss. J. Pr. Chem. XXXI, 420. (1844)
- Heusser, Krystallographische Untersuchung der Salze der Citronensäure. Pogg. Ann. LXXXVIII, 121. (1853) — Dispersion der optischen Axen in monoklinometrischen Krystallen. Ebend. XCI, 497. (1854)
- Hochstetter, Ueber Bleiweissbildung. J. Pr. Chem. XXVI, 338. (1842) — Ueber verschiedene Erscheinungen bei der Darstellung des Zuckers. Ebend. XXIX, 1. (1843)
- Rüdorff, Ueber das Gefrieren von Salzlösungen. Pogg. Ann. CXIV, 63. (1861) Ebend. CXVI, 55. (1862) — Ueber Kältemischungen aus Schnee und Salzen. Ebend. CXXII, 337. (1864)
- R. Schneider, Aequivalent des Wismuths. Pogg. Ann. LXXXII, 303. (1851) — Ueber Wismuthoxydul. Ebend. LXXXVIII, 45. (1853) — Ueber Kupferwismuthglanz. Ebend. XC, 166. (1853) — Ueber Schwefelwismuth. Ebend. XCI, 404. (1854)
- Tyndall, Diamagnetismus. Pogg. Ann. LXXXIII, 384. (1851) — Polarität des Wismuths. Ebend. LXXXVII, 189. (1852)
- Unger, Ueber Xanthin. Pogg. Ann. LXII, 158. (1844) u. LXV, 222. (1845)
- Vögeli, Verbindungen von Phosphorsäure und Aether. Pogg. Ann. LXXV, 282. (1848)
- R. Weber, Ueber Jodaluminium. Pogg. Ann. CI, 465. (1857) — Ueber Brom- und Chloraluminium. Ebend. CIII, 259. (1857) — Ueber Wärmeentwicklung bei Molecularveränderungen des Schwefels und des Quecksiberjodids. Ebend. C, 127. (1857) — Ueber Verbindungen des Chloraluminiums mit Chlorschwefel und Chlorselen. Ebend. CIV, 421. (1858)
- Wiedemann, Ueber Harnstoff. Pogg. Ann. LXXIV, 67. (1848)
- Wüllner, Ueber die Spannung der Dämpfe aus Salzlösungen. Pogg. Ann. CIII, 529. (1858) u. CV, 85. (1858)
-

Wissenschaftliche Untersuchungen aus dem physikalischen  
Laboratorium.

- Avenarins, die Thermoëlektricität ihrem Ursprung nach als identisch mit der Contactelektricität betrachtet. Pogg. Ann. CXIX, 406 u. 637. (1863)
- Buligin'sky, Untersuchungen über die Capillarität einiger Salzlösungen bei verschiedenen Concentrationen. Pogg. Ann. CXXXIV, 440. (1868)
- Deite, *Qua vi sit temperatura in luminis polarisati planitie liquoribus rotata. Dissertatio. Vratislaviae.* (1864)
- v. Eccher, Ueber die Benntzung des Eisenchlorids zu galvanischen Säulen. Pogg. Ann. CXXIX, 93. (1866)
- Feussner, Absorption des Lichtes bei veränderter Temperatur. Berl. Monatsb. 1865, 144.
- Glan, Ueber die absoluten Phasenänderungen durch Reflexion. Dissertation. Jan. 1870. — Ueber die Absorption des Lichtes. Pogg. Ann. CXXXI, 59. (1870)
- Groth, Beiträge zur Kenntniss der überchlorsauren und übermangansauren Salze. Pogg. Ann. CXXXIII, 193. (1868) — Krystallographisch-optische Untersuchungen. Ebend. CXXXV, 647. (1868) — Isodimorphie der arsenigen und antimonigen Säure. Ebend. CXXXVII, 414. (1869) — Ueber Krystallform und Circularpolarisation und über den Zusammenhang beider beim Quarz und überjodsäuren Natron. Ebend. 433. — Ueber den krystallisirten Kainit von Stassfurt. Ebend. 442. — Ueber das schwefelsaure Amarin. Lieb. Ann. CLII, 122. (1869) — Ueber die Isomorphie der Verbindungen des Quecksilbers mit 2 At. Chlor, Brom, Jod, Cyan. Ber. Deutsch. chem. Ges. 1869, 574. — Ueber den Topas einiger Zinnerzlagertstätten. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Ges. 1870, 381. — Ueber die Beziehung zwischen Krystallform und chemischer Constitution bei einigen organischen Verbindungen. Pogg. Ann. CXXLI, 31. (1870)
- Kiessling, Ueber die Schallinterferenz der Stimmgabel. Pogg. Ann. CXXX, 177. (1867)
- Kundt, Ueber Depolarisation. Pogg. Ann. CXXIII, 385. (1864) — Doppelbrechung des Lichtes in tönenden Stäben. Ebend. 541. — Besondere Art der Bewegung elastischer Körper auf tönenden Röhren und Stäben. Ebend. CXXVI, 513. (1865) — Neue Art akustischer Stanbfiguren. Ebend. CXXVII, 497. (1866) — Erzeugung von Klangfiguren in Orgelpfeifen und Wirkung tönender Luftsäulen auf Flammen. Ebend. 337. — Beobachtung der Schwingungsform tönender Platten durch Spiegelung. Ebend.

- CXXVIII, 610. (1866) — Erzeugung von Tönen durch Flammen. Ebend. 614. — Ueber die Schallgeschwindigkeit der Luft in Röhren. Ebend. CXXXV, 337. (1868) — Ueber die Erzeugung stehender Schwingungen und Klangfiguren in elastischen und tropfbaren Flüssigkeiten durch feste tönende Platten. Berl. Monatsb. 1868, 125.
- Lindig, Ueber die Abänderung der elektromotorischen Kraft durch die Wärme. Pogg. Ann. CXXIII, 1. (1864)
- Lüdtge, Ueber den Einfluss mechanischer Veränderungen auf die magnetische Drehungsfähigkeit einiger Substanzen. Pogg. Ann. CXXXVII, 271. (1869) — Ueber die Ausbreitung der Flüssigkeiten auf einander. Ebend. CXXXVII, 362. — Ueber die Spannung flüssiger Lamellen. Ebend. CXXXIX, 620. (1870)
- Overbeck, Ueber die sogenannte Magnetisirungsconstante. Pogg. Ann. CXXXV, 74. (1868)
- Schultz-Sellack, Ueber die sauren und übersauren Salze der Schwefelsäure. Pogg. Ann. CXXXIII, 137. (1868) — Ueber den Durchgang der Elektrizität durch verdünnte Luft. Ebend. CXXXV, 249. (1868) — Ueber den Erstarrungspunkt der Bestandtheile flüssiger Mischungen. Ebend. CXXXVII, 247. (1869) — Ueber den Gefrierpunkt des Wassers aus wässrigen Gasauflösungen und die Regelation. Ebend. 252. — Diathermansie einer Reihe von Stoffen für Wärme geringer Brechbarkeit. Ebend. CXXXIX, 182. (1870) — Ueber die Modificationen des Schwefelsäureanhydrids. Ebend. 480. — Ueber die Farbe des Jods. Ebend. CXL, 334. — Ueber die Wärmewirkung an der Grenzfläche von Elektrolyten. Ebend. CXLI, 467. (1870)
- Villari, Ueber die Aenderung des magnetischen Momentes, welche der Zug und das Hindurchleiten eines galvanischen Stromes in einem Stab von Stahl oder Eisen erzeugt. Pogg. Ann. CXXVI, 513. (1865)
- Warburg, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Elektrolyse. Pogg. Ann. CXXXV, 114. (1868) — Ueber tönende Systeme. Ebend. CXXXVI, 89. (1869) — Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in weichen Körpern. Ebend. 285. — Ueber Erwärmung fester Körper durch das Tönen. Ebend. CXXXVII, 632. — Ueber die Dämpfung der Töne fester Körper durch innere Widerstände. Ebend. CXXXIX, 89. (1870) — Ueber den Einfluss tönender Schwingungen auf den Magnetismus des Eisens. Ebend. 499. — Ueber den Ausfluss des Quecksilbers aus gläsernen Capillarröhren. Ebend. CXXXX, 367.
-

## Anmerkungen und Literaturnachweise.

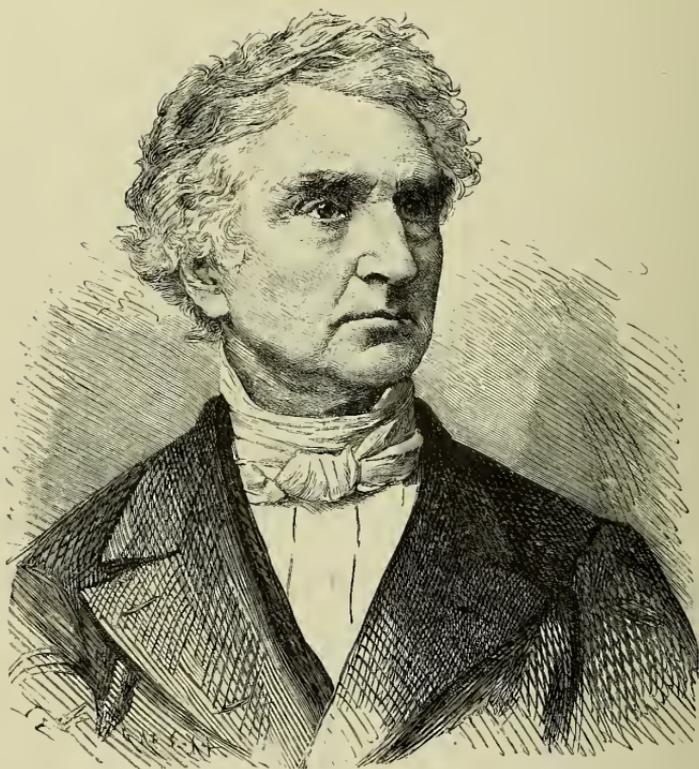
- S. 47. <sup>1)</sup> Eduard Magnus † 7. August 1872. — <sup>2)</sup> Dem Ehrentraut'schen Portrait, welches diesem Aufsätze beigegeben ist, liegt die Zeichnung von Eduard Magnus zu Grunde.
- S. 50. <sup>3)</sup> Gustav Rose † 15. Juli 1873.
- S. 51. <sup>4)</sup> *De tellurio. Dissertatio inauguralis quam amplissimi philosophorum ordinis etc. — publice defendet auctor Henricus Gustavus Magnus, Berolinensis.*
- S. 68. <sup>5)</sup> *The life and letters of Faraday by Dr. Bence Jones.* II, 273.
- S. 70. <sup>6)</sup> Victor von Magnus † 29. Juni 1872.
- S. 74. <sup>7)</sup> *Royal Society Catalogue of Scientific Papers, 1800—63.*
- S. 75. <sup>8)</sup> Pogg. Ann. III, 81. (1825)
- S. 76. <sup>9)</sup> F. Stromeyer, Pogg. Ann. VI, 461. (1826) — <sup>10)</sup> Ebend. 509.
- S. 77. <sup>11)</sup> Pogg. Ann. X, 491. (1827) — <sup>12)</sup> N. W. Fischer, ebend. XII, 153. — <sup>13)</sup> Ebend. XIV, 328. (1828) — <sup>14)</sup> Ebend. XVII, 521. (1829)
- S. 78. <sup>15)</sup> Pogg. Ann. XX, 165. (1830) — <sup>16)</sup> Ebend. XIV, 239. (1828)
- S. 79. <sup>17)</sup> Odling, *on the ammonia compounds of platinum.* Chem. News XXI, 269 und 289. (1870)
- S. 80. <sup>18)</sup> Pogg. Ann. XXVIII, 154. (1833)
- S. 81. <sup>19)</sup> Ebend. XCII, 308 und 657. (1854); XCIX, 145. (1856) — <sup>20)</sup> Ebend. VI, 53. (1826)
- S. 82. <sup>21)</sup> Pogg. Ann. XIV, 141. (1828) — <sup>22)</sup> Ebend. XX, 477. (1830)
- S. 83. <sup>23)</sup> Pogg. Ann. XXI, 56. (1831) — <sup>24)</sup> Ebend. XXII, 391. (1831)
- S. 84. <sup>25)</sup> Pogg. Ann. XCVI, 347. (1855)
- S. 85. <sup>26)</sup> Pogg. Ann. XXVII, 367. (1833); ebend. XLVII, 509. (1839)
- S. 87. <sup>27)</sup> Pogg. Ann. XC, 1. (1853)
- S. 88. <sup>28)</sup> Ann. Chim. Phys. LV, 217. (1834); auch als Nachschrift zu einer Abhandlung von E. Kraus über den Scheererit von Uznach. Pogg. Ann. XLIII, 147. (1848) — <sup>29)</sup> J. Pr. Chem. LX, 32. (1853)
- S. 89. <sup>30)</sup> Pogg. Ann. XL, 583. (1837)
- S. 95. <sup>31)</sup> Gay-Lussac, Compt. rend. XVIII, 546. (1844) — <sup>32)</sup> Berl. Monatsb. 1844, 334. — <sup>33)</sup> Ebend. 1845, 115; Pogg. Ann. LXVI, 177.
- S. 96. <sup>34)</sup> *De respiratione. Programma quo ad lectionem publicam muneris professionis ordinariae in facultate philosophica auspici-*

*candi causa hora XII die IX mensis Augusti a. MDCCCXLV in aula universitatis Fridericae Guilelmae habendam observantissime invitat Henricus Gustavus Magnus, professor ordinarius designatus.*

- S. 97. <sup>35</sup>) Lothar Meyer, die Gase des Blutes. Würzburger Inauguraldissertation 61. (1857)
- S. 98. <sup>36</sup>) Ann. d. Landw. i. d. Königl. Preuss. Staaten XIV, [2], 179; J. Pr. Chem. XLVIII, 447. (1849)
- S. 103. <sup>37</sup>) Ann. d. Landw. i. d. Königl. Preuss. Staaten XVIII, 1; J. Pr. Chem. L, 65. (1850) — <sup>38</sup>) Salm-Horstmar, ebend. XLVI, 193; XLVII, 480.
- S. 107. <sup>39</sup>) Peregrine Phillips, Pogg. Ann. XXIV, 610. (1832) — <sup>40</sup>) Seit die Gedächtnissrede auf Magnus gehalten wurde, ist die Phillips'sche Methode bei der Darstellung von wasserfreier Schwefelsäure zu umfassender Verwerthung gelangt.
- S. 108. <sup>41</sup>) Pogg. Ann. CXXXVI, 480. (1869)
- S. 109. <sup>42</sup>) Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbleißes i. Preussen. 1864, 27.
- S. 112. <sup>43</sup>) Pogg. Ann. X, 153. (1827)
- S. 113. <sup>44</sup>) Pogg. Ann. XXVI, 463. (1832)
- S. 114. <sup>45</sup>) Pogg. Ann. LXXX, 1. (1850); Berl. Ber. 1855, 117; Pogg. Ann. XCV, 1. (1855); CVI, 1. (1859)
- S. 117. <sup>46</sup>) Berl. Abh. (Phys.) 1852, 1; Pogg. Ann. LXXXVIII, 1. (1853) — <sup>47</sup>) Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung. Berlin 1860.
- S. 122. <sup>48</sup>) Pogg. Ann. XCI, 295. (1854)
- S. 123. <sup>49</sup>) Pogg. Ann. XXXVIII, 407. (1836) — <sup>50</sup>) Ebend. XLVIII, 95. (1839)
- S. 125. <sup>51</sup>) Pogg. Ann. LXXXIII, 469. (1850)
- S. 127. <sup>52</sup>) Pogg. Ann. CII, 1. (1857); ebend. CIV, 553. (1858)
- S. 129. <sup>53</sup>) Buff, Lieb. Ann. CV, 145, (1858); ebend. CX, 257. (1859)
- S. 131. <sup>54</sup>) Pogg. Ann. CXIV, 299. (1861) — <sup>55</sup>) Berl. Monatsb. 1861, 872.
- S. 132. <sup>56</sup>) Pogg. Ann. LXXI, 408. (1847)
- S. 133. <sup>57</sup>) Pogg. Ann. XXII, 136. (1831); ebend. XI, 139. (1837)
- S. 135. <sup>58</sup>) Pogg. Ann. XXXVIII, 481. (1836); ebend. LXI, 248. (1844); XCIII, 579. (1854); CXII, 408. (1861)
- S. 136. <sup>59</sup>) Donny, Pogg. Ann. LXVII, 562. (1846)
- S. 137. <sup>60</sup>) Pogg. Ann. CXII, 411. (1861)
- S. 140. <sup>61</sup>) Rudberg, Pogg. Ann. XLI, 271 (1837) und XLIV, 119. (1838) — <sup>62</sup>) Ebend. LIV, 601 und LV, 1. (1841)
- S. 144. <sup>63</sup>) Pogg. Ann. LXXXIX, 604. (1853) — <sup>64</sup>) Ebend. LVII, 177. (1842)
- S. 146. <sup>65</sup>) Pogg. Ann. LXI, 225. (1844)
- S. 148. <sup>66</sup>) Grove, Phil. Mag. [3] XXXV, 114. (1849) — <sup>67</sup>) Poggen-dorff, Pogg. Ann. LXXI, 197. Note. — <sup>68</sup>) Clausius, ebend. LXXXVII, 505. (1853) — <sup>69</sup>) Ebend. CXII, 467. (1861)

- S. 154. <sup>70</sup>) Pogg. Ann. CXVIII, 557. (1863) — <sup>71</sup>) Tyndall, ebend. CXIII, 1 (1861) und CXVI, 1 und 289. (1862)
- S. 155. <sup>72</sup>) Tyndall, Pogg. Ann. CXIII, 40. (1861) — <sup>73</sup>) Ders., ebend. CXIV, 632. — <sup>74</sup>) Ders., ebend. CXVI, 1. (1862) — <sup>75</sup>) Wild, ebend. CXXIX, 57. (1866) — <sup>76</sup>) Frankland, ebend. CXXIII, 418. (1864)
- S. 156. <sup>77</sup>) Pogg. Ann. CXIV, 635. (1861); CXVIII, 575. (1863)
- S. 157. <sup>78</sup>) Pogg. Ann. CXXI, 174 und 186. (1864)
- S. 158. <sup>79</sup>) Pogg. Ann. CXXX, 207. (1867) — <sup>80</sup>) Ebend. 218.
- S. 159. <sup>81</sup>) s. Note <sup>76</sup>).
- S. 160. <sup>82</sup>) Pogg. Ann. CXXVII, 613. (1866)
- S. 161. <sup>83</sup>) Pogg. Ann. CXXVII, 620.
- S. 162. <sup>84</sup>) Pogg. Ann. CXXVII, 623.
- S. 163. <sup>85</sup>) Pogg. Ann. CXXI, 510. (1864) — <sup>86</sup>) Ebend. CXXIV, 491. (1865)
- S. 164. <sup>87</sup>) Pogg. Ann. CXXIV, 476.
- S. 165. <sup>88</sup>) Pogg. Ann. CXXVII, 600. (1866) — <sup>89</sup>) Ebend. CXXXIV, 49. (1868)
- S. 168. <sup>90</sup>) Ber. Deutsch. Chem. Ges. I, 129; Pogg. Ann. CXXXIV, 302. (1868) — <sup>91</sup>) Ebend. CXXXVIII, 333. (1869); ausführlicher: ebend. CXXXIX, 431. (1870)
- S. 170. <sup>92</sup>) Pogg. Ann. CXXXVIII, 333. — <sup>93</sup>) Knoblauch, ebend. CXXXIX, 150.
- S. 171. <sup>94</sup>) Pogg. Ann. CXL, 337. (1870) — <sup>95</sup>) Vergl. S. 163.
- S. 174. <sup>96</sup>) Berl. Monatsb. 1869, 713.
- S. 175. <sup>97</sup>) Berlin, 3. August 1862.
- S. 188. <sup>98</sup>) Die Büste, von E. Lürssen ausgeführt, steht in der mittleren Fensternische der Aula der Berliner Universität.
-





JUSTUS LIEBIG.

Geb. 13. Mai  
1803.

Gest. 18. April  
1873.

# The Faraday Lecture for 1875.

## THE LIFE-WORK

OF

## LIEBIG

IN EXPERIMENTAL AND PHILOSOPHIC CHEMISTRY; WITH  
ALLUSIONS TO HIS INFLUENCE ON THE DEVELOPMENT OF THE  
COLLATERAL SCIENCES AND OF THE USEFUL ARTS.

### A DISCOURSE

Delivered before the Fellows of the Chemical Society of London in the  
Theatre of the Royal Institution of Great Britain, March 18th, 1875.

Ὀλβιος ὅστις τῆς ἱστορίας  
ἔσχε μάθησιν —  
ἀθανάτων καθορῶν φύσεως  
κόσμον ἀγέρω, πῆ τε συνέστη  
καὶ ὅπη καὶ ὅπως.  
τοῖς δὲ τοιούτοις οὐδέποτ' αἰσχρῶν  
ἔργων μελέτημα προσίξει.

Euripides.

From: „Journal of the Chemical Society“, XXVIII,  
N. S. XIII, 1065. (1875)

## JUSTUS LIEBIG.

---

We are assembled this evening, friends and fellow-workers, to render our third triennial tribute of homage and gratitude to the memory of Michael Faraday — to keep his great name and example bright among us, and, by so doing, to renew in our minds and hearts the inspiration of his incomparable genius.

In organising this periodical celebration of Faraday's life and labours, the Council of the Chemical Society, mindful of what would have been the wish of the great philosopher himself, has resolved to make these meetings the occasion, not of vain lamentation over an irreparable loss, nor of reiterated eulogies of the great luminary whose setting we deplore, but rather of useful surveys of the fields of science he so dearly loved, and of the lives and labours of those illustrious fellow-workers in whose ranks he so conspicuously shone.

As Faraday belonged, from the universality of the benefits conferred by his genius on the human race, not merely to the island of his birth, but to all the civilised countries of the globe, the Council wisely and generously ordained that all nations should be invited to share with England the happy privilege of rendering homage to the greatest experimental thinker who has ever yet appeared among mankind.

France, worthily represented by the illustrious Dumas, inaugurated, six years ago, the series of these commemorations. In a discourse not less remarkable for the philosophic grasp and grandeur of its conception, than for the harmonious beauty of its flowing periods, he set before us the scientific needs and tendencies of Faraday's time, and the noble labours which placed him foremost among the sowers and reapers of its grand scientific harvests.

Italy followed in the person of Professor Cannizzaro, who discoursed to us, in language alike profound and eloquent, of the form to be impressed upon the future teaching of chemical science, thus developing a theme, not only in itself of the deepest interest, but peculiarly appropriate to the occasion; since Faraday, even had he not won imperishable renown as a discoverer, would have ever stood high among the promoters of scientific knowledge by his unapproachable power as an expositor of philosophical truth.

On the present occasion Germany has been invited to take her part in this international tribute to departed genius; and I shall ever account it one of the most signal honours of my life, that I have been selected to appear before you here, the spokesman of my country's chemists — the exponent of German reverence for the greatest physical philosopher of the age.

I need hardly dwell on my deep sense of the magnitude of the duty I have undertaken to discharge, and of my inadequacy to the task of worthily continuing the series of discourses so admirably commenced by my distinguished predecessors.

Conscious of my inferiority to them in the graces of style and the charm of oratory, I have anxiously selected as the theme of my discourse a subject so intrinsically rich in interesting facts and noble lessons, as of itself to command

and repay your attention, while claiming from me no eloquence beyond that of a succinct and faithful exposition.

Such, Gentlemen, are some of the considerations which have determined me to direct your attention to the labours of one of Faraday's most eminent scientific contemporaries — of a master-mind gifted as Faraday's own, — of my illustrious teacher and deeply lamented friend — Justus von Liebig.

In addressing myself to this task, — in proceeding to lay before you a sketch of the labours of Liebig, and in touching on some of the characteristic incidents of his career, — I find myself embarrassed by the very richness of the subject it is my duty to unfold.

The many-sided genius of the great discoverer baffles, with its prolific outpourings, my sense of order and selection, so that I know not how to discriminate, among the manifold treasures he has bequeathed to us, those which claim attention on this occasion, from those which, through sheer lack of time, must pass unnoticed.

Let me, however, at starting, frankly declare to you my deep-rooted conviction that Liebig's name alone is fitted to stand beside Faraday's as representing our century to future generations of mankind. Indeed, even while I say this, I am but too well aware that it is hardly for us, their contemporaries, to comprehend, in all its fulness, the towering majesty of these two great men.

As those who wander in a mountain-chain cannot appreciate the grandeur of its lofty peaks so well as those who, remotely, contemplate its snow-crowned summits from the plains beneath, so we, the contemporaries of Faraday and Liebig, cannot perceive the full dignity of their commanding forms, as they will hereafter appear to distant generations of posterity. In those days Faraday and Liebig will be looked up to with such reverence as it is ours to

offer to the mighty spirits of the past — to the giant figures of Galileo, Kepler, Newton and Lavoisier. And as that bright constellation shines on us from the misty darkness of the past, so will the names of Faraday and Liebig, — stars of co-equal lustre, — throw forward their bright beams on our successors through the far-reaching vista of ages yet to come.

To speak of Liebig only: were we to consider merely the vast number and incalculable importance of the chemical facts which he established, we should have to proclaim him one of the greatest contributors to chemistry at large, that has ever appeared; while of organic chemistry we could not but consider him the very source and fountain-head.

Yet the discovery of chemical facts has been only a part, and not the greatest part, of Liebig's memorable services to our cherished science. By his experimental studies on the correlation and mutual bearing of the facts he discovered, he was led to the conception of general laws, which have shed a flood of light on chemical phenomena of all classes; illustrating no less the course of inorganic transformations, than the nature of organic compounds and their activities — the field he especially cultivated. By the great types of composition which, under the name of radicles, he was the first to reveal, and by the general methods of research resulting from their recognition, he was enabled, not only to trace with a sure and firm hand the lines of his own lifelong progress, but to map out the path of all contemporary research, and to shape the course along which, from age to age, so long as chemistry and the collateral sciences continue to advance, they must pursue their development.

Speaking, as I do, in the presence of chemical investigators to whom Liebig's methods and apparatus are so familiar, I need spend no time on the proof of what I have just advanced. Such proof we find, each one of us, day by day, at

every step of our experimental researches. Nor is this hourly help, great as we feel it to be, and masterly as is the hand to which we owe it, by any means all the aid we chemists daily derive from Liebig. It was he who, while placing at our disposal the means, intellectual and material, of prosecuting our researches, was also the first to found in Europe the great institutions for chemical education, by which our minds have been prepared and equipped to employ with advantage the keen weapons, theoretic and instrumental, which this great exemplar has provided for our use.

It was at the small University of Giessen that Liebig organised the first educational laboratory, properly so called, that was ever founded. The foundation of this school forms an epoch in the history of chemical science. It was here that experimental instruction, such as now prevails in our laboratories, received its earliest form and fashion; and if, at the present moment, we are proud of the magnificent temples raised to experimental science in all our schools and universities, let it never be forgotten that they all owe their origin to the prototype set up by Liebig half a century ago. The new school called around the master, from all nations, a large number of pupils, the *élite* of the then rising generation of chemists, many of whom are now, in their turn, distinguished masters of our science, having worthily continued on the path of discovery opened for them, in their youth, by Liebig. It was more especially from this country that a great number of young chemists thronged to the school of Giessen; and I see many before me who not only enjoyed its educational advantages, but have since nobly illustrated their value by the eminence which they have attained; and I well know that if their gratitude towards Liebig had to be expressed by acclamation, there is not one of those old pupils present whose voice would be wanting in the general tribute of heartfelt reverence and praise to the great master.

This is a point on which, brief as our time may be, I cannot, in common duty, lightly dwell. It is, in fact, one of the most characteristic features of Liebig's influence on the development of modern philosophy, as well as one of the grandest and most generous endowments of his princely heart.

Whoever has had the good fortune of attending his lectures, will not easily forget the deep impression of his peculiar style of eloquence. Liebig was not exactly what is called a fluent speaker; but there was an earnestness, an enthusiasm in all he said, which irresistibly carried away the hearer. Nor was it so much the actual knowledge he imparted which produced this effect, as the wonderful manner in which he called forth the reflective powers of even the least gifted of his pupils. What a boon it was, after having been stifled by an oppressive load of facts, to breathe the pure atmosphere of science which surrounded Liebig, — what a delight, after having perhaps received from others a sack full of dry leaves, suddenly, in Liebig's lectures, to see the living growing tree!

Yet it was not in lecturing that Liebig excelled most; his greatest successes were achieved by his peripatetic teaching in the laboratory.

Like all the great generals of every age, Liebig was the spirit as well as the leader of his battalions; and if he was followed so heartily it was because, much as he was admired, he was loved still more. If I speak somewhat fondly of Liebig, many around me are thinking of him fondly too, for we were alike his pupils. We remember his fascinating control over every faculty, every sentiment that we possessed; and we still, in our manhood now, remember how ready we were, as Liebig's young companions in arms, to make any attack at his bidding, and follow wherever he led. We felt then, we feel still, and never while we live shall we forget Liebig's marvellous influence over us; and if anything could

be more astonishing than the quantity of work he did with his own hands, it was probably the mountain of chemical toil which he got us to go through. I am sure that he loved us in return. Each word of his carried instruction, every intonation of his voice bespoke regard; his approval was a mark of honour, and of whatever else we might be proud, our greatest pride of all was in having him for our master. It was our delight, too, to know that we helped him; that while we received his lessons, we were also performing his work. The aid he thus obtained, he was too just ever to deny or underrate; nay, his generosity often attributed to a pupil the whole credit of a successful experiment suggested by himself, on the basis of previous trials and discoveries of his own, and of his deductions therefrom. Of our early winnings in the noble playground of philosophical honour, more than half were free gifts to us from Liebig; and to his generous nature no triumphs of his own brought more sincere delight than that which he took in seeing his pupils' success, and in assisting, while he watched, their upward struggle.

Not only then has Liebig, by his multitudinous discoveries of facts, laid the foundation of organic chemistry; not only has he, by his conception of chemical radicles, and his keen insight into chemical analogies, marked out in theory the way of chemical research and discovery for centuries yet to come; not only has he, in addition to his theoretic guidance, given us the instruments and means of prosecuting the researches by which the domain of chemistry must be enlarged; but he has also shown us how to keep up the supply of intellectual agents to carry on the work, how human hearts and minds may be prepared to prosecute the great warfare against ignorance in this field of science, — thus furnishing trained soldiers to wield the arms he himself provided.

I am sure, Gentlemen, that I shall have your unanimous concurrence when I say that there is no greater proof of the

fecundity of a discoverer's genius than this, — that it not only itself raises the curtain from Nature's secrets, and enriches the storehouse of science from the vast treasury of the previously unknown, but that it also endows mankind with the means, intellectual and material, of following on in the same path; thus taking part by anticipation in Time's ulterior conquests.

And to all these great services done to our race by Liebig, may I not truly add the inspiration bequeathed to us by his illustrious example? Which of us, returning tomorrow to his lonely post in the laboratory, and resuming his obstinate labour in penetrating Nature's stubborn depths, will not feel animated and cheered in his work by the example of such master-minds as those of Faraday and Liebig? For us chemists more especially, and for our successors, it will be for years to come a duty, equally imperative and delightful, to work, not only with Liebig's instruments in our hands, but also with his noble spirit in our hearts.

And that spirit, as characteristic of Liebig's genius as of Faraday's, led both those great men, as I trust it may lead us, their humble followers, to look beyond the scope of a single sphere of thought; to pass from the discovery of special instances to the determination of laws governing whole classes of a like nature, and to trace forward those laws in their influence on still wider ranges of phenomena; not neglecting at the same time their collateral applications in the improvement of the arts of life, and in the promotion of man's material welfare.

Were Faraday the theme of my discourse, I could truly say that no man, more abundantly than he, has enriched, incidentally, the fields of industry by the energy of his search for the abstract laws of nature. And it is but one more of the noble analogies traceable between the careers of these two great men, that Liebig's labours in abstract

science have, like Faraday's, born copious fruit in many of the useful arts, especially in those whose practice involves chemical transformations.

To mention but a few of Liebig's services of this kind, let me remind you of the great industries of acetic acid and the fatty bodies, which were materially elucidated, as well by Liebig's own researches, as by those performed in his laboratory by pupils under his immediate guidance. Among the manufactures thus in some cases brought to a degree of perfection not as yet attained in other cases actually created by him, you will all recollect, as prominent examples, the industry of the fulminating compounds, that of prussiate of potash, and lastly that of potassic cyanide. Of these, the two former owe to Liebig's labours the very key to their operations; whilst the latter originated entirely from his investigations in the cyanogen group. Indeed potassic cyanide, but a few years ago a substance of exclusively scientific interest, is now, since Liebig devised an easy mode for its preparation, a commercial article of considerable importance, large quantities of which are used in the various processes of electro-plating. As not less intimately, though somewhat differently, rooted in Liebig's researches, may be mentioned the invention of silver-coated mirrors, so superior in effect to the old mercurial reflectors, and now, as we all know, manufactured so extensively.

I might greatly prolong this enumeration; but enough, I think, has been adduced to justify me in stating that Liebig, like Faraday, merited the old classical encomium, *illustrans commoda vitæ*, and never, in his conscientious benevolence, lost sight of the general interests of his race.

It was not, however, incidentally only, by the collateral development of the industrial arts, that the practically beneficent outcome of Liebig's genius was displayed. In fathoming the deep mysteries of organic chemistry, his penetrating

curiosity could not remain indifferent to the yet more profound secrets of biology, that is to say, of life, in its two great forms, vegetal and animal, based, as they both are, in their material development, on processes of chemical change.

In the laws of plant-life more especially, Liebig's important researches threw ray after ray of brilliant light into depths where before impenetrable obscurity had reigned. It was Liebig who traced the primordial conditions of the nutrition and growth of plants; and finally established their connection with the chemical composition of the soil in which they are rooted, and of the air in which their leaves are bathed, as well as with the imponderable forces, especially the sun's light and heat, under whose influence they live.

Carrying out his view still further in the same direction, he traced the influence of physical and chemical laws on the second and higher division of biology, namely, that which relates to animal life, its laws and conditions, especially those of the nutrition and development of the animal body.

It was no doubt in the former of these two high and arduous paths of research that Liebig's labours were crowned with the most perfect success. Undertaken in the year 1837, at the request then made to him by the British Association for the Advancement of Science, for a Report on the state of our knowledge in organic chemistry, they led him to the publication in 1840 of his memorable work, entitled "Chemistry in its Applications to Agriculture and Physiology"<sup>1</sup>). Twenty-two years later, (1862), having, during this long interval, studied in minute detail the several questions connected with the subject, he issued his invaluable work, "The Natural Laws of Husbandry"<sup>2</sup>); and his researches, as embodied in this great work, may truly be described as constituting the first perfect construction of the philosophy of agriculture that had ever appeared up to that date. Had this memorable treatise been Liebig's only work, it would have secured to him an

imperishable fame, associating him, as it did, with his most illustrious predecessors in chemico-biological inquiry — I mean, as you all well know, Lavoisier and Humphry Davy.

Two years had scarcely elapsed since the publication of his first treatise on agricultural chemistry, when Liebig issued his memorable work, “Organic Chemistry in its Applications to Physiology and Pathology”<sup>3</sup>), in which were contained his first results in the second and superior branch of chemico-biological research, — that branch, namely, which brings animal vitality within the scope of Nature’s general laws; and from that period (1842) to the time of his death (in 1873), this noble theme never ceased to occupy his thoughts.

In these three splendid works, each, if I may use the expression, a conqueror’s battle-field, Liebig built up new kingdoms on the ruins of empires overthrown. The vague hypotheses of old days fell, like captured forts, before him; and, grimly potent as their defences might have seemed, he showed them to be founded, not on solid facts, but on fallacious guesses only. They, one by one, broke down under the severe philosophical analysis to which they were submitted by Liebig, and under the crucial testing by actual experiment which they underwent at his hands. In the study of biology, vegetal and animal, Liebig was the first to disentangle intricacies that had before seemed problems beyond the grasp of human intellect to solve; and it was one of the grandest results of his philosophical and experimental investigations, that he traced amidst the multitudinous and apparently ever-varying manifestations of life, in its countless modifications of kind and degree, the operation of a few simple laws, physical and chemical, affording, by their determinate combination, the precise and proved conditions of vital development, nutrition, growth, and perpetuation, from generation to generation, in unaltered individuality.

In the vegetal division of these biological researches, not one of more profound importance can be referred to, among Liebig's grand achievements, than his clear and well-established recognition of the necessity, for plant-growth, of the ingestion of the minute percentage of non-volatile saline ingredients which remain as the "ash" of every plant when burnt. To Liebig we owe the now irrefragably established knowledge that each one of these saline ingredients, however minute its percentage-proportion in the composition of the vegetal tissue, is as essential to the plant's life and development as is a full supply of the most weighty constituents of its organic mass. And as a corollary of this universal law, he deduced the certain knowledge that these saline ingredients, taken from the soil by food-crops, unfit the land for the further growth of such crops until those saline ingredients, or ash-constituents of the plant's organised tissue have been restored to the field; a well established law, whence has sprung the most important rule of agricultural economy, namely, that to maintain the fertility of the crop-producing fields, so much ash-ingredient must be annually restored to the ground as the crop, taken from it, has withdrawn. Pressing his investigations further in this direction, Liebig urged eloquently, not upon philosophers only, but also on practical economists, on statesmen, and on the agricultural community at large, the incalculable waste of national resources, arising from our ignorantly treating town-sewage as worthless refuse, though it is charged with the saline residue of the citizen's food, — wastefully diverting it from the land and pouring it down the rivers into the sea.

Many economists, observing as a fact the growing scarcity of food, but equally ignorant of the cause of the evil, and of the means available for its cure, did not hesitate to predict the unavoidable arrest, at no distant date, of our race's growth and development, by the ever-increasing pressure of expand-

ing population on the limited means of subsistence. But science, meantime, speaking with Liebig's voice, endeavoured to overrule these gloomy forebodings, and to show the collective organism of mankind to be a self-supporting institution. On this momentous subject, with the very existence of humanity at stake, Liebig did not always speak calmly, but he always spoke wisely and well.

In language of impassioned eloquence, he protested against the universal impoverishment of the food-producing continents of the globe by this perpetual robbery and waste of the essential conditions of fertility; and he warned the wealthy population of Great Britain, in particular, that their present reckless waste of the national resources was hurrying them along the downward road to general sterility and decay which not all the British treasures of coal, iron, and other grand elements of power and property would ever suffice to redeem. As a provisional means of postponing, though not of preventing, the arrival of these foreseen calamities, Liebig was led to make one of his most remarkable suggestions of improvements in practical industry, namely, that of manufacturing artificial fertilizing compounds, rich in the saline or ash-ingredients of plants, and therefore adapted to renew provisionally the fertility of soils exhausted by the annual exportation of their ash-containing crops. It is true that the proposal of Liebig, vast as is the industry to which it has given rise, cannot be of enduring value to mankind, since the artificial restitution of the saline ingredients to the soil must be attended by an annual waste equal to that occasioning the original impoverishment of the soil, and certain, at no distant date, to exhaust the chemical resources at disposal for artificially repairing that waste.

Be this, however, as it may, the whole history of philosophical research, and of its influence in the guidance of industry, does not furnish any example of nobler and grander

results than those which have ensued, and are still to follow, for the benefit of mankind, from the splendid generalisation of Liebig's pregnant thought upon this subject. It has supplied to agriculture the fundamental art of life, its main basis as a perdurable art, as an industry no longer liable to extinction by the exhaustion of the soil; and it has enabled us — let me repeat it — to secure not merely the continuous regeneration of plants, but also the ceaseless perpetuation of the animal race, including its chieftain, man — a chain of incommensurable importance, whose first link hangs, if I may so speak, from Justus Liebig's hand.

In the second division of biology, — in that great branch of science which leads us from the study of the lower life of plants to the higher vitality of animals and man, — Liebig's labours effected a revolution not less complete and momentous than that which ensued from his researches in agricultural chemistry. The student of the laws of animal life and of the changes occasioned in normal vital operations by the influence of disease, was, before Liebig's time, but little accustomed to apply the accurate methods of chemical and physical investigation to the complicated problems involved in vital processes; and if chemical comments were occasionally introduced into physiological discussions, they were usually of the most vague and hypothetical description.

This disregard of the chemical method was due mainly to two causes: in the first place, to the circumstance that this method had not at that time arrived at the degree of elaboration and perfection which it has since attained; and secondly, perhaps chiefly, to the reluctance felt by the inquirers of that period to divest any processes, however simple, when accomplished within the living organism, of the operation of vital force. This force of vitality was a kind of bugbear, deterring the majority of investigators from engaging in the study of animal chemistry; since it was generally believed

that all manifestations of chemical and physical action were modified and overruled in a most unaccountable manner by this mysterious force. It is true that many steps towards a salutary change in this view of things had been made long before Liebig took the field. Several of the constituents of the animal economy had been examined with more or less success. The physiologists here present will think of Chevreul's classical labours on the fatty bodies of animal origin; of the early investigations by Berzelius of urine, blood, and bile; and of Gmelin and Tiedemann's researches as to the nature of digestion. Again, some of the crystalline compounds occurring in animal fluids had been correctly analysed. Thus William Prout, as early as 1819, had fixed the formula of urea which is in use at present; and nine years later, in 1828, Wöhler had demonstrated the possibility of building up from its elements this very urea, the formation of which, up to that period, had been supposed to take place exclusively under the influence of vitality, — an experiment ever memorable, since it removed at a single blow the artificial barrier which had been raised between organic and inorganic chemistry. And to mention another somewhat earlier observation of the same discoverer, which, more perhaps than any other, contributed to shape the course of Liebig's researches: Wöhler in 1824 had proved that the salts of organic acids, by passing through the animal body, are converted into carbonates, undergoing, in fact, the same change which is effected by their combustion in the open air. It would not be difficult to quote additional interesting investigations of animal products and processes; but the results obtained had remained disconnected. No one had ever ventured to collect these scattered efforts into a focus for the general elucidation of the phenomena of animal life. It was reserved for Liebig to accomplish this arduous task. Amidst the complex and apparently entangled phenomena attending the development

and maintenance of animal vitality, Liebig was the first to discern and elucidate the precise and determinate action of chemical and physical laws. This great conception, which, before his day, had never illumined physiological science, germinated in Liebig's mind, was proved and expanded by his experimental investigations, and, finally, by his energetic teaching, became established as one of the convictions of our race.

It was under auspicious circumstances that the great task was attempted. Liebig was then at the zenith of his intellectual career; and if his special object had been to prepare himself for an inquiry of this order, he could not have selected more appropriate work than that which during the twenty years previously he had been in the habit of performing. The method of analysing organic bodies was at that time already elaborated; nor had any one chemist then living more experience in its use; and no one, lastly, was surrounded by a greater number of pupils "able and anxious" to aid him in his researches. Moreover, it was certainly of no small importance, that, at the period in question, Liebig had already achieved some of his splendid results in the collateral branch of agricultural chemistry; and if his preliminary studies in the animal physiology of the time had not been carried to the extreme of detail, we may ask whether this was not an additional advantage, since it enabled him to proceed, unburthened with observations in many cases doubtful and perplexing, and untrammelled by the fetters of preconceived notions.

But let us examine some of Liebig's chemical work in animal physiology.

One of the earliest subjects to which Liebig devoted himself in this department was the question as to the origin of animal heat. After Lavoisier had recognised the analogy between the processes of combustion and respiration, the idea naturally suggested itself to his mind that the heat observed

in the animal organism must have the same origin as that which is evolved during combustion; and afterwards, in a paper published jointly with Laplace, these two illustrious philosophers distinctly stated it as their opinion, based upon experiment, that the sensible heat of the animal organism is the combustion-heat of the carbon and hydrogen which, in the form of food, are burnt in the body. The view advanced by Lavoisier and Laplace was subsequently tested by Dulong and Despretz in a series of admirably conducted researches, performed with all the resources the advancement of science had meanwhile placed at their disposal. These physicists proved that a very considerable proportion indeed of the heat observed may be thus explained, but that, at the same time, an appreciable amount (from 10 to 11 p. c.) remains unaccounted for; and it marks the state of inquiry at this period that, for the purpose of explaining this deficiency, physiologists did not hesitate for a moment to invent additional sources of animal heat, such as nervous activity, friction, and electrical phenomena taking place within the living organism. By a careful revision of the subject, and by introducing into the calculation of the experiments the combustion-heats of carbon and hydrogen as furnished by the latest determinations, Liebig arrived at the definite conclusion that the deficit which even yet remained was to be attributed to a diminution of temperature, which the animal must have suffered whilst in the ice-calorimeter, — an assumption which appears the more legitimate since the belief prevailing at one time that the temperature of the animal body is a constant one, might easily have given rise to what now would appear a strange omission in the experiments. Be this, however, as it may, in summing up the inquiry, Liebig declares it to be his unalterable conviction that the whole of the sensible heat of the animal body may be explained by processes of combustion accomplished within the organism. The assumption of

sources of animal heat other than chemical now belongs to the past.

It is true, that with the mechanical theory of heat, such as it has been developed by modern physics, for the foundation of all our considerations, the question at issue assumes a much less important aspect; for even admitting, as we may do, that nervous activity, friction, and electrical phenomena actually give rise to evolution of heat in the animal body, we now know that all these actions are themselves but intermediate expressions of chemical change resulting eventually in heat. It is certainly a welcome proof of progress that truths, which the inquirers of a previous period had to conquer step by step, have become, as it were, self-evident to us. But if to-day we rejoice to look down from a greater altitude, we certainly shall not cease gratefully to remember those whose labours have contributed to raise us to our higher point of view.

In thus studying the evolution of heat by the oxidation or slow combustion of food in the animal organism, a mind like Liebig's could not but be drawn to investigate the nature of food itself, and his high generalising power soon led him to his well-known classification of nutritive substances. Having duly dwelt upon the importance of the mineral constituents of food, — the so-called nourishing salts which previously had been entirely disregarded, and the co-operation of which, in the building up of the animal body, is not less essential than in the development of the plant, — he proceeds to classify food according to the special purposes which it is to fulfil in the animal economy.

“The food of man and animals”, he says <sup>4)</sup>, “consists of two classes of substances essentially different in their composition. The one class (consisting of nitrogenous substances, albumin, etc.), serves for the formation of blood and for building up the various organs of the body; it is called plastic food.

The other (consisting of non-nitrogenous substances, the fatty bodies, and the so-called carbo-hydrates), resembles ordinary fuel, serving, as it does, for the generation of heat; it is designated by the term respiratory food. Sugar, starch, and gum may be looked upon as modified woody fibre, from which, it is known, they are capable of being formed. Fat, by the quantity of carbon it contains, stands nearest to coal. We heat our body, exactly as we heat a stove, with fuel which, containing the same elements as wood and coal, differs essentially, however, from the latter substances, by being soluble in the juices of the body".

It is not often that new conceptions, so utterly at variance with what had been previously believed, can boast of such rapid and general reception as was accorded to Liebig's classification of nutriment into nitrogenous, or plastic, and non-nitrogenous, or respiratory.

Of course this, like all other classifications ever proposed, is not a perfect one; for it would be difficult to draw an accurate line of demarcation between the two classes. But these imperfections cannot possibly diminish the value of a view which more perhaps than any other, has contributed to a correct appreciation of the process of animal nutrition. Some objections have been recently raised against Liebig's classification, more especially on physiological grounds, and it is, therefore, of particular interest to listen to the opinion which one of the most illustrious physiologists of the day, Theodor von Bischoff, has but lately expressed upon this subject<sup>5</sup>).

"These objections", he says, "undoubtedly correct as they are, have not been able to supplant Liebig's views, nor will they ever be able to do so, for the truth of these views as a whole will always remain certain; nor is it possible to deny the great merit they possess of pointing out in the briefest manner the essential differences of the several varieties of food. In the division, classification, and designation of natural objects, and

even of historical events, supposing them founded, not on nature but on the requirement of a comprehensive discriminative distinction, the principle has ever been acknowledged: *a potiori fit denominatio*; and it is this principle which justifies Liebig's classification and confers on it its value."

To the active prosecution of the study of food from the chemical point of view, we are indebted for the rapid development of one of Liebig's finest philosophical conceptions, namely, his theory of the nutrition of animals. According to this theory, the plant holds a position intermediate between the mineral and the animal world. The animal is incapable of assimilating the compounds stored up in inorganic nature. To render these compounds subservient to the purposes of animal life, they have to undergo a preliminary preparation within the living organism of the plant. The simple mineral molecules are thus converted into molecules of a higher order, fit to serve in building up and maintaining alive the body of the animal. The main support of this theory is the fact established by experiment, that the nitrogenous principles composing the body of the animal, animal albumin, animal fibrin, and animal casein, are identical in composition with the nitrogenous principles found in the organism of the plant, vegetal albumin, vegetal fibrin, and vegetal casein. The similarity of some of these substances, of animal and vegetal albumin, for instance, had even previously been pointed out by Mulder; but certainly it was left to Liebig to prove their identity by analyses performed either by himself or by his pupils. From the body of the animal, the mineral matter organised by the intervention of the plant, after having served the purposes of animal life, returns again to the stores of mineral nature, in order to renew the circulation.

I cannot deny myself the pleasure of reminding you of the oft-quoted passage in his Familiar Letters on Chemistry<sup>6</sup>), in which Liebig eloquently sets forth his views.

“How admirably simple”, he says, “after we have acquired a knowledge of this relation between plants and animals, appears to us the process of formation of the animal body, the origin of its blood and of its organs! The vegetable substances, which serve for the production of blood, contain already the chief constituent of blood ready formed, with all its elements. The nutritive power of vegetable food is directly proportional to the amount of these blood-forming compounds in it; and in consuming such food, the herbivorous animal receives the very same substances which, in flesh, support the life of carnivora.

“From carbonic acid, water, and ammonia, that is, from the constituents of the atmosphere, with the addition of sulphur and of certain constituents of the crust of the earth, plants produce the blood of animals: for the carnivora consume, in the blood and flesh of the herbivora, strictly speaking, only the vegetable substances on which the latter have fed. These nitrogenised and sulphurised vegetable products, the albuminous or blood-forming bodies, assume in the stomach of the herbivora the same form and properties as the fibrin of flesh and animal albumin do in the stomach of the carnivora.

“Animal food contains the nutritive constituents of plants, stored up in a concentrated form.

“A comprehensive natural law connects the development of the organs of an animal, their growth and increase in bulk, with the reception of certain substances essentially identical with the chief constituent of its blood. It is obvious that the animal organism produces its blood only in regard to the form of that fluid, and that nature has denied to it the power of creating blood out of any other substances, save such as are identical, in all essential points, with albumin, the chief constituent of blood.

“The animal body is a higher organism, the development of which begins with those substances, with the production of which the life of those vegetables which are commonly used for food ends. The various kinds of grain and of plants used for fodder, die as soon as they have produced seeds. Even in perennial plants, a period of existence terminates with the production of their fruit. In the infinite series of organic products

which begins with the inorganic food of plants, and extends to the most complex constituents of the nervous system and brain of animals the highest in the scale, we see no blank, no interruption. The nutritive part of the food of animals, that from which the chief material of their blood is formed, is the last product of the productive energy of vegetables”.

It is impossible to speak of Liebig's achievements in physiological chemistry without alluding to his doctrine of the origin and function of fat in the animal economy — questions which had never been duly considered at the time when he engaged in this line of inquiry. A careful investigation of the conditions under which accumulation of fat is observed in the body, led him to the positive conclusion that it is within the animal organism that the elaboration of fat takes place; and that the materials consumed in its formation are the carbo-hydrates, such as starch and sugar, &c., which, like the nitrogenous principles also, the animal finds ready prepared and stored for its use within the organism of the plant.

The views advanced by Liebig gave rise to a long and animated controversy with some of the leading chemists of France, more especially with Dumas and Boussingault, who contended that the animal received the fat ready formed from the plant. An appeal to experiment, it is well known, has decided the question in favour of Liebig, and it is interesting to note that in this case, as in many others, the most powerful arguments in support of his views were brought forward by his antagonists themselves. “My mill has ever received its best supply of water from my opponents”, Liebig used to say. Their experiments proved indeed that the vegetal food of animals contains more fat than had previously been believed; but an amount nevertheless utterly insufficient to explain the quantity deposited in fattened pigs and geese living entirely on vegetal food. Important collateral proof of the faculty possessed by the animal economy of transforming

sugar into fat was supplied, moreover, by the observation that bees, when fed exclusively on sugar, nevertheless continue to produce their wax, the homology of which with the ordinary fatty substances had been established beyond doubt by Brodie's researches; and, as if to complete the chain of evidence, Pelonze, in the very nick of time, had demonstrated the transformation, by the intervention of cheese-ferment, of sugar into butyric acid, thus experimentally proving the process assumed by Liebig to be accomplished within the organism of the animal. I am not permitted here to develop this subject fully in its various ramifications; else I should have also to point out the modifications which Liebig's views, as originally proposed, have since undergone, and are likely to undergo still further. The experiments of the French chemists proved that the co-operation of nitrogenous food was so far necessary for the formation of fat, that the animal system cannot possibly be maintained in its full vigour unless it receives a proper share of each variety of food. Nor did Liebig hesitate to admit that, under certain conditions, nitrogenous food likewise may be converted into fat; and he recalls the easy transformation, without the organism, of fibrin, when undergoing putrefaction, into ammonia and butyric and valeric acids. Some modern physiologists, as is well known, go even a step further, by assuming that animal fat is entirely derived from nitrogenous food, the carbo-hydrates being exclusively employed for the purposes of respiration. Thus it is seen that the discussion on some secondary points of the question is still going on; but the main point of Liebig's position, viz., that the fat originates within the animal organism, is no longer doubted by any physiologist.

In rapidly reviewing the general outcome of Liebig's labours in physiological chemistry, I cannot do more than allude, in the most cursory manner, to his more special in-

quiries in this department. His examination of blood; his long-continued study of the nature of bile, supported by a splendid series of analytical experiments by several of his pupils; his researches regarding the constitution of the urine of man and of the carnivora, proving the non-existence in it of lactic acid, elucidating for the first time the relation observed between the reaction — whether alkaline or acid — of the urine, and the nature of the food consumed, and leading him finally to the elaboration of his method of determining urea; and his ever-memorable investigation, in conjunction with Wöhler, of uric acid, — these researches will ever remain unsurpassed models of experimental inquiry. I must not, however, conclude this account of Liebig's chemico-physiological work without dwelling for a moment on his celebrated memoir on the constituents of the juice of flesh<sup>7</sup>), teeming, as it does, with brilliant discoveries, and presenting, even in greater abundance perhaps than any of his other papers, that inexhaustible flow of philosophical inferences, which the fertility of Liebig's mind never failed to elicit from his discoveries. It is to his indefatigable spirit of investigation that we are indebted for the first elaborate analysis of the saline matter in the juice of flesh, the importance of whose mineral constituents was then scarcely recognised, and is not perhaps even now, sufficiently appreciated. Of the nature of the organic substances also which are present in this juice, very little was known when Liebig undertook their study. Nearly twenty years had elapsed since Chevreul had pointed out the existence of creatine in flesh, but the remarkable discovery of the illustrious French chemist had not been followed up. Even the composition of creatine had remained unknown. Liebig established its formula, and examined its products of decomposition, creatinine, sarcosine, &c., as well as many other substances occurring in the juice of flesh, which obviously play an important part in the animal

economy; and he thus opened a new lode in organic chemistry, which has since been further extended, and is still being actively worked by many ardent explorers.

From tracing Liebig's course among the philosophical heights of natural inquiry, we may feel it perhaps a vast descent to touch on the collateral improvements of material arts and industries that were evolved from his purely scientific labours. But I should be negligent in omitting to notice, that, exactly as his researches into the nature of plant-nutrition and the conditions of economical crop-feeding, or agriculture, gave rise to the first conception of that great industry, the manufacture of chemical manures, so also have his inquiries in animal chemistry, and more especially his investigation of the composition and nutrition of the animal body, not been long without their incidental practical outgrowth.

Who but knows that it was from Liebig's mouth that our housewives first learnt how to render the full nutritive value of meat available, or how to prepare a broth for invalids, combining the maximum of nourishing effect with the highest degree of digestibility? Who but has heard, that, having carefully studied the nature of woman's milk, he was led to compound his infant food as a substitute for mother's milk, thus becoming the benefactor even of future generations? Who, lastly, is ignorant that it is owing to Liebig's researches in physiological chemistry, that the superabundant animal nourishment of the more thinly-peopled parts of the globe has been rendered accessible to the over-crowded populations of the opposite moiety; and that a grand commercial movement, uniting, as it were, by new bonds the two hemispheres, has been created by the organisation of a food-industry already colossal, and tending still to expand with incalculable advantage to the inhabitants of Europe, thus lifted beyond the sharp pressure of deficient nourishment, and secured in the abundant supplies of those invigorating

food-constituents upon which the bodily and mental energies are alike dependent for their development?

It would be difficult to quote an example of a new article having been more rapidly and universally received by European society than Liebig's extract of meat. And this is the more to be wondered at since the most opposite views prevailed, and are perhaps still prevailing, regarding its action on the organism. For whilst those were not wanting who, from the large amount of potash-salts present in it, declared this extract to be an absolute poison, the ignorance of Liebig's blind admirers, or the selfishness of interested speculators, did not hesitate to recommend it as a true substitute for meat. It is strange how such an opinion could ever have taken root, since the very mode of preparing the extract, — the careful separation of the albuminous principles, of gelatin and of fat, — sufficiently shows that at best it represents only part of the meat. Liebig's aim, in introducing his extract, was to present in it those meat-constituents which, added in varying proportions to vegetal food of various kinds, would confer upon this food in a measure the value of meat, by rendering its composition similar to that of meat. The true mode of action of extract of meat is not as yet perfectly understood; it remains uncertain whether, as many believe, its effect is due to agents of digestion which it contains, or to its mineral saline constituents, or to creatine and the other nitrogenous principles present in it. Probably they have all a share in its action; but, in whatever way it works, the best proof of its efficacy certainly is the eagerness with which, in a comparatively short time, it has been everywhere adopted, and which, at no distant period, will give to extract of meat a diffusion equal to that of tea or coffee, or fermented liquids.

The examples I have quoted must have convinced you how varied have been Liebig's contributions to physiological chemistry, and how many the practical advantages that have

flowed, incidentally as it were, and by side-streams, from the fountain of his mighty mind. But, thankfully as we acknowledge the services actually performed, our debt of gratitude to him is equally great, — I had almost said greater still, for the impulse which his teaching has exerted upon the course of investigation among his contemporaries, and the guidance his genius has impressed upon the progress of discovery ever since.

I have dwelt at some length on Liebig's chemico-physiological work, longer, perhaps, than the legitimate boundaries of this lecture appear to admit. But engrossed as we are with our own small pursuits, we but too often lose sight of the giants on whose shoulders we are standing. The conviction of the powerful impetus given to agriculture by Liebig has fairly taken hold of the public mind; but his labours in the cause of physiology have not won him anything like the full meed of recognition which that part of his life-work has so nobly merited.

Reproachfully, but justly, Bischoff, in the treatise already quoted, exclaims:

“I do not think I am mistaken in holding the opinion that there are not many among the younger generation of physiologists and medical men who know, or have even a distant notion, how great, I should rather say how immense, the influence of Liebig's researches, of his writings and teachings, has been and is still, not only on physiology and medicine, but on organic science at large. The majority enjoy the advantages gained, and rejoice in the progress made, without being conscious of the author. They consider as self-evident the facts established by Liebig, the methods and principles of research diffused by his teaching. They believe that it cannot be otherwise, and care but little for him to whom science, and with science they themselves, are indebted for their present position.”

We have now, I think, made a fairly complete, though, of necessity, a cursory and brief survey of the general course

and scope of Liebig's indefatigable researches; and we cannot, I feel, but be vividly impressed with the numerous and extensive fields of inquiry over which his active intellect ranged. We have found him most frequently working in the domain of pure chemistry and largely extending the list of its products and processes, the abundance of its experimental facts, the breadth of its theoretic interpretations, and the prolific forecasts afforded by its laws. Sometimes, in the course of these purely chemical researches, we have observed his experiments bearing also upon collateral sciences; and from these, in their turn, he has drawn welcome rays of light for the elucidation of his most cherished branch of research, chemistry proper. At other times we have had occasion to note with admiration how his clear mind, never too abstract in its operations to neglect any means of advancing the arts of life, drew even from his most abstruse discoveries the conditions of industrial improvements of the highest material value to mankind.

In many, or in all, of these widely divergent paths, the researches of Liebig, and their splendid results, theoretic and practical, would well repay our detailed examination, and would, I am sure, be of the deepest interest to every one in this hall. But within the brief space of time allotted to this discourse, we could not follow out in detail any of the wide fields laid open and fertilised by Liebig's prodigal mind; and from so many paths of illustration I must single out some one alone upon which to dwell at present; nor can the choice which it devolves on me to make be doubtful.

I feel that in fixing this choice I have to reflect, firstly, that Liebig was himself, before and above all things, a chemist; and, secondly, that the audience I have the honour to address consists, for the most part, of chemists; while, even of the non-professional friends who favour us with their company as guests, though few may perhaps be actual toilers

in the laboratory, the majority are, if I may use the expression, chemists at heart, drawn hither into the society of us chemists by their scientific predilection and sympathy for our special pursuits, and eager, in union with ourselves, to pay the homage of their affectionate gratitude to the greatest chemist of our time.

Bound, therefore, as I am, in my selection, by the limits of Time's rigorous chain, I will ask your permission to confine the remainder of this discourse to that portion of Liebig's life-work which was devoted to pure chemistry, — that noble science to which so many here assembled consecrate their lives, and of which the Institution wherein we have met is one of the most memorable temples.

In pursuing this plan, I feel that I must plead for the indulgent pardon of those of my audience who, though deeply interested in chemistry, have not made this science the subject of their special study. They will forgive me if, in reminding my brother chemists of some of Liebig's experimental inquiries, I have to make use of names and terms familiar as the alphabet to working chemists, but falling obscurely and harshly upon non-professional ears. They will, I trust, remember, in my excuse, that the unavoidable incongruities marking the composition of a general audience cannot but impart some tincture of its own diversified character to the discourse which it calls forth and inspires. And feeling, as they must, that a chemist invited by chemists to speak of the chemical work of Liebig is obliged of necessity to discourse in chemical language, they surely will not find fault with him if he allows himself, in spirit, to be transported for a while from the popular air of Albemarle Street to the sterner atmosphere of Burlington House.

But, even in the comparatively restricted range of chemistry proper, those of my auditors who know the voluminous character of Liebig's contributions to this great domain of

science, will best judge to how very few among a total of researches counted by hundreds, our further illustration of Liebig's career must be confined. Indeed, let me remind you that, in the Royal Society's well-known record of scientific papers, Liebig's contributions number no fewer than 317, whereof 283 are by himself alone, and the remaining few by Liebig working in collaboration with others. The great majority of these researches relate to chemistry proper. But even this protracted list brings the enumeration of his papers only to the year 1863, *i. e.*, to the date of the Royal Society's record. From that period down to his death in 1873, Liebig, although chiefly working on collateral fields of inquiry, more especially those of agriculture and physiology, made many and most valuable additions to the series of his chemical papers. Of these papers, indeed, the mere titles would require for their perusal the whole time still at my disposal; and if, from among their number, I can give time to the detailed examination of some six or seven, I shall have made the closest approach in my power to a typical survey of Liebig's chemical labours. Yet, even with this twofold restriction of our field of choice, the utmost difficulty remains in framing any general principle sufficiently comprehensive to guide us in selecting from among the vastness and variety of philosophical wealth bequeathed by Liebig's genius for our enrichment: and I am far from confident of obtaining your unqualified approbation of the few topics which I have ultimately chosen to bring, in some degree of detail, under your notice.

\* \* \*

And here, Ladies und Gentlemen, permit me to interrupt, for a minute or two, the thread of my discourse, that I may advert in a few grateful words to the kind assistance lent us on this occasion by my friend Mr. Herbert McLeod, in

former days successively my pupil and my assistant, now the distinguished Professor of Experimental Science in the Indian College for Civil Engineering. He is with us, as you see, ready to help me in showing to you at all events some of Liebig's experiments, and, altogether forgetful of his present professorial dignities, eager and happy to contribute his mature power and experience in any function, however subordinate, feeling that his service is made honourable by the great name to whose glory it is an affectionate tribute.

Nor has the disinterested help of others been wanting on this occasion. You observe on the lecture-table a collection of the substances discovered or studied by Liebig, much more perfect and complete probably, than he himself ever had simultaneously under his eyes. The happy privilege of exhibiting to you this encyclopaedic display of Liebig's products I owe to the enthusiastic ardour of some of my young friends studying in the Berlin Laboratory, and more especially to Drs. Gabriel, Jahn, Römer, Kretschmer, and Zierold, who, proud to participate in the homage we render to Liebig, have for months past devoted their time and energy to preparing and classifying these substances, with no other object than that of bringing the work of their great countryman as conspicuously as possible under the notice of the chemists of this country.

Still less can I omit to mention my gratitude to my old friend and frequent collaborator, Mr. F. O. Ward, for his invaluable assistance on this occasion. I have in early life, as some of my audience may remember, lived in this country, and the time thus passed in dear old England belongs to the brightest recollections of my existence. But a long time has elapsed since I returned to my native land, and ten years' exclusive use of my mother-tongue has not, I fear, improved my English style. Under these circumstances, I was glad to submit for revision the manuscript of this lecture to Mr. Ward;

who has generously and freely lent to his German friend the ever-ready assistance of his practised skill in English composition. I have particular pleasure in adding that Mr. Ward was happy and proud, as we all of us here are, I am sure, to contribute a few stones to the edifice we are endeavouring to raise to Faraday's memory, and to mark with his imperishable name.

\* \* \*

Now, — to take up again the thread we have dropped. Of the few portions of Liebig's work which I intend to submit somewhat more in detail to your notice, I must first advert to that which, whether or not the most brilliant product of his inventive powers, is certainly that which has conduced, more than any other of his great discoveries, to facilitate the productive labours of the chemical community, and has been the main source of that marvellous development of chemistry, especially organic chemistry, which will be looked back to hereafter as one of the chief glories of our age. I allude, as many present have doubtless already divined, to Liebig's apparatus, in its action so perfect, in its simplicity so beautiful, for the analysis by combustion of organic bodies, and more especially for the determination of their carbon by ponderal, instead of, as in the old method, by volumetric measurement. Many an eye here has already glanced at Liebig's combustion-apparatus, which, in its simplest form, I have placed on the table before you. Need I say that to the valuable instrumentality of this apparatus, with its celebrated five-bulb appendage — that to the aid of this familiar companion, and partner, and mitigator of his toils — the working chemist recognises himself indebted for his greatest successes in analytical researches within the domain of organic chemistry?

The present generation of chemists have not the remotest idea of the difficulties which attended an organic analysis before Liebig invented his bulb-apparatus. It is, indeed, almost impossible to conceive ourselves transported to the time in which this apparatus did not exist. At all events, I have no fear of contradiction when I say that at present more organic analyses are made in a single day than were accomplished before Liebig's time in a whole year; and that, if the period of a man's life has sufficed to rear the now proud structure of organic chemistry, it is by means of Liebig's apparatus that this great result has been achieved. It is the extraordinary simplicity of the instrument which constitutes its great merit. Many have attempted to improve it, but only with the result of complicating it, and chemists have almost always returned to the old form. Liebig employed charcoal; we use, naturally, the more convenient form of fuel which the marvellous development of the industry of coal-gas has placed at our disposal; but, in other respects, in the majority of laboratories, the method is used precisely as Liebig presented it to science nearly half a century ago<sup>8</sup>).

The combustion of an organic substance teaches us its percentage composition. There still remains its molecular weight to be determined. For acids the method best suited for the purpose has long been known. For bases Liebig devised, and employed with perfect success, a peculiarly bent tube, in which the substance was weighed and, after having been exposed to an atmosphere of chlorhydric acid, re-weighed. In the present day this apparatus is no longer employed for its original purpose, since Liebig himself discovered a more elegant and, at the same time, more accurate method of procedure; but as the simplest and most trustworthy of all forms of desiccating apparatus, — for which purpose he also proposed it, — it still remains one of our most useful instruments, and one most universally employed in all laboratories.

But what was the method of ascertaining the molecular weight of a base, which induced Liebig to abandon his original process known as the chlorhydric acid process? Among the chemists here assembled, there is certainly not one who has not often determined the molecular weight of bases by the analysis of their platinum compounds, but there may be many present who are not aware that for this most accurate process we are also indebted to Liebig. For my own part I confess that, although I have used the method very frequently, I was not cognisant of the fact of its origin, until I learnt it whilst carefully examining Liebig's memoirs during the past winter. And this is not to be wondered at, for in reality Liebig never published any particular paper on the subject, but merely mentions the method incidentally, as it were, in a notice of Regnault's researches on organic bases. Permit me to remind you of the elegance of this process by an experiment. The four test-glasses before us contain solutions of the chlorhydrates of morphine, quinine, cinchonine, and narcotine; and the yellow precipitates which are thrown down by adding a solution of platinic chloride are the first platinum compounds ever formed for the purpose of fixing the molecular weights of organic bases by the platinum process.

The distinguishing characteristic of the methods introduced by Liebig is simplicity. And this merit also belongs, in an eminent degree, to his process of air-analysis. That an alkaline solution of pyrogallie acid takes up oxygen and becomes progressively more and more blackened by its absorption, had long been known as a bare fact; but it was reserved for Liebig to found on this fact a method for the estimation of oxygen, and that method one surpassing all others in the facility of its execution. Liebig indeed showed — and the experiment we are performing proves it to you — that such a solution absorbs oxygen with nearly as much

avidity as potash displays in absorbing carbonic acid. And the necessity of an alkali in the reaction further suggested at once to Liebig the idea of combining the estimation of carbonic acid with that of oxygen, by treating the gas to be examined first with potash and then with pyrogallic acid.

I might mention here many other methods and forms of apparatus bequeathed by this great inventor for our use, but I shall content myself with drawing your attention to one more contrivance only, — a contrivance most extensively employed, not only in scientific laboratories, but also in chemical manufactories. I refer to the well-known “Liebig’s condenser”, which you see in various forms on the table. Of this most useful apparatus, which we are daily using, Liebig has never given a special account; he only mentions it incidentally in one of his early papers on the action of chlorine on alcohol.

When we pass from the analytical methods and apparatus devised by Liebig to the researches which he effected by their instrumentality, we find among the first to claim our attention his investigations in the Cyanogen Group.

These investigations are the necessary offspring of his experiments on the fulminates, which lead us back to the earliest stages of his scientific career. Indeed the first paper in which Liebig appears before the public bears the title: “Some remarks on the preparation and composition of Brugnatelli’s and Howard’s Fulminating Mercury”<sup>9</sup>).

This research dates from the year 1822, when, after a residence of several terms in the University of Bonn, he obtained the degree of doctor of philosophy in the University of Erlangen. Liebig was then 19 years old, — he was born on May 12th 1803 — and as in this paper we read of experiments extending over a period of two years, we have convincing proof how early he recognised the natural bent of his mind, and devoted himself to its development.

This first paper of Liebig, although remarkable for the clearness and precision with which he describes his experiments, is very far from elucidating the nature of the fulminates in a final and satisfactory manner. But, considering the unfavourable conditions under which the inquiry was made, it may be looked upon as holding out good promise of what its author, under better circumstances, might be expected to achieve.

In the first quarter of the present century, the opportunities in Germany for instruction in experimental science were very scanty. Liebig's most earnest wish, therefore, was to continue his studies in Paris, at that time the centre of chemical and physical investigation, where with Gay-Lussac, Thenard, Chevreul, Dulong, Biot, Ampère, and Savart, the most celebrated representatives of chemistry and physics, he might fairly hope to satisfy his thirst for scientific knowledge. And although so young, he must have already attracted the attention of influential persons, since he had the rare good fortune of receiving from the then reigning Grand Duke of Hesse-Darmstadt, Louis the First, the means for a residence of several years in Paris.

The year 1823 finds the young doctor in the metropolis on the Seine. Without introductions to any of the *coryphées* of science, it is difficult for a stranger to gain admittance into a chemical laboratory. Finally he succeeds, however, on the recommendation of Thenard, in finding an opportunity of resuming, in the laboratory of Gaultier de Claubry, the researches he had begun in Germany upon the explosive compounds. The results of this investigation are published in the 24th vol. of the *Annales de Chimie et de Physique*.

Liebig himself, however, has no confidence in these results. The method of analysis employed is not sufficiently exact, and new experiments are therefore necessary to establish the composition of the fulminating bodies.

By a fortunate occurrence, he is soon enabled to resume these researches under more favourable auspices. The young investigator makes the acquaintance of Alexander von Humboldt, whose interest obtains for him the cherished wish of his life, admittance into Gay-Lussac's laboratory.

The influence which these new associations exercised on Liebig's scientific career is so striking that I cannot refrain from quoting the words in which he describes his first meeting with Alexander von Humboldt, in the dedication to that great naturalist of his work on Chemistry in its Applications to Agriculture and Physiology:

"During my stay in Paris, in the summer of 1823, I succeeded in presenting to the Royal Academy an analytical investigation of Howard's fulminating compounds of silver and mercury, my first inquiry. At the end of the meeting of July 28th I was engaged in packing up my specimens, when a gentleman left the ranks of the Academicians and entered into conversation with me. With the most winning affability he asked me about my studies, occupations, and plans. We separated before my embarrassment and shyness had allowed me to ask who had taken so kind an interest in me. This conversation became the corner-stone of my future. I had gained the most amiable friend, the most powerful patron of my scientific pursuits.

. . . . .

"Unknown, without introductions in a city where the assemblage of so many men from every quarter of the globe is the greatest hindrance to personal acquaintance with scientific men high in renown, I might, like so many others, have remained unnoticed — perhaps have failed altogether; this danger was now entirely averted. From this day forth I found all doors, all institutes, and laboratories open to me. The lively interest you took in me procured me the affection and intimate friendship of my dear teachers, Gay-Lussac, Dulong, and Thenard. Your confidence paved the way to my present sphere of action, which for sixteen years with unabated zeal I have striven worthily to fill."

How fortunate Humboldt's recommendation to Gay-Lussac proved, and how soon the latter recognised the ardour and ability of his *protégé*, may be sufficiently appreciated from the readiness with which the older chemist took part in the inquiry already begun by the younger. On the other hand, it is only necessary to compare the results of these joint labours with the results previously published by Liebig alone, to see how much the young German chemist owed to his French teacher, who was soon to become his paternal friend.

As early as the 24th of March of the following year (1824) it was possible to present the new analysis of fulminating silver to the French Academy; the paper is printed in the 28th volume of the *Annales de Chimie et de Physique*, under the title, "*Analyse du fulminate d'argent, par MM. Liebig et Gay-Lussac.*" In this paper they develop the formula for fulminating silver which is in use at the present day.

Time will not permit me to follow them into the details of this memorable inquiry, but I cannot refrain from alluding to the interesting fact that even at that remote period Gay-Lussac and Liebig trace an analogy between fulminic and picric acids (Welter's bitter as the latter compound was then called), — a view to which our modern conceptions have returned, more especially since we know that the action of chlorine upon both compounds gives rise to the formation of the same substance, Stenhouse's chloropicrin.

The researches carried out by Liebig, in conjunction with Gay-Lussac, exercised a powerful influence on the career of the young chemist. With increased confidence in his own resources, he learned how great is the saving of time and labour when the beginner has the good fortune to thread the labyrinth of chemical phenomena under the conduct of a trustworthy guide. It was in Gay-Lussac's labo-

ratory that Liebig conceived the idea of founding in Germany a chemical school, where he hoped to be to his younger fellow-workers what Gay-Lussac had been to him.

How gloriously this ambitious dream of his youth has been fulfilled! In the same year, once more on the recommendation of Humboldt, he was appointed Professor of Chemistry in the little Hessian University on the banks of the Lahn; and, ever keeping before his eyes the great goal, from the most modest beginning and with the scantiest means, he succeeded in establishing a school whose wonderful achievements fill one of the most glorious pages in the early history of organic chemistry.

The experiments made in conjunction with Gay-Lussac having proved the Fulminates to possess the same composition as the Cyanates, — to be isomeric with them, as we should now say, — Liebig himself was induced to engage in the study of this prolific group of compounds. In this study he had been preceded by Wöhler, and it is characteristic of the two men that this meeting upon the same ground, — but too often the cause of misunderstandings, if not of worse, among investigators — was the origin of an intimate and lifelong friendship, soon to exercise a most important influence upon the development of organic chemistry. But a few years later the two friends had become ardent fellow-workers; and ever since, the light emanating from the associated inquirers, *dioscuri* in the chemical firmament, has been the beacon to which we look for guidance in our researches.

The raw material for the production of the cyanides has been, at all times, the yellow Prussiate of Potash; but, although this compound has been manufactured on a large scale for a great many years, no satisfactory explanation of the process of fusing animal matter with potash had ever been offered before Liebig's profound investigation of the subject showed that the product first formed is only potassic cyanide, and

that it is by the taking up of iron from the retort, or otherwise, during the process of lixiviation, that the cyanide is converted into ferrocyanide. The present mode of manufacturing Prussiates is based in a great measure on the knowledge derived from this investigation.

The recognition of these facts led Liebig naturally into a more minute study of ferrocyanogen compounds in general, and among the various valuable results ensuing from this inquiry we may specially single out for notice his simple method of producing Ferrocyanic Acid — admitting as it does of an easy experimental illustration. By mixing a solution of the yellow prussiate with chlorhydric acid and ether, you observe the compound separating in the form of a white felted mass, which, by washing with ether, is easily obtained in a state of purity.

Another valuable point elicited by Liebig in the course of these researches was his elegant process for obtaining Potassic Cyanide by fusing the ferrocyanide with potassic carbonate. This cyanide formerly had been mostly prepared by passing cyanhydric acid through an alcoholic potash-solution, and had therefore found but few applications. At present this salt, so extensively used in electro-plating and photography, is manufactured on the large scale invariably by Liebig's method.

The facilitated production of this important body gave rise to the rapid development of many other interesting applications. Liebig recognised in potassic cyanide one of the most important enrichments of analytical chemistry. There is no more powerful reducing agent known than this cyanide. Many metallic oxides and sulphides are instantly reduced by it. We have before us a Florence flask containing fused potassic cyanide, to which we now add red oxide of lead. The red colour immediately disappears, and metallic lead

makes its appearance in the form of a finely-divided grey precipitate which, when heated for some time, collects to a regulus; whilst on the surface floats a transparent layer of fused saline matter which, on cooling, solidifies to a white cake. As some time is required for the subsidence of the metal, a few experiments have been made before the lecture, and you observe in the several flasks upon the table how sharply the two layers have become divided. The porcelain-like mass, which is easily separated from the lead, consists of potassic cyanate, and thus this process affords a ready mode of obtaining on the one hand a reduced metallic product, and on the other, a Cyanate.

The easy production of cyanates suggested at once to Liebig's fertile mind that simple and elegant process by which we now prepare Urea. I cannot deny myself the pleasure of illustrating this process by an experiment, affording me, as it does, at the same time, an opportunity of exhibiting to you, in its simplest form, Wöhler's classical synthesis of urea, to which I have already alluded when speaking of Liebig's physiological work in a previous part of this lecture. The two beakers before us contain cold saturated solutions of potassic cyanate and ammoniac sulphate in equivalent proportions. On mixing the two solutions you observe the immediate formation of a white crystalline precipitate. This precipitate, consisting of potassic sulphate, we separate by filtration, and obtain a clear solution of the normal ammoniac cyanate, which we divide into two parts. Of these two solutions, the one is boiled for a few minutes, whereby the normal cyanate is converted into urea. Addition of concentrated nitric acid enables us to recognise this conversion, for it produces in the liquid a crystalline precipitate, very much increased by cooling, of urea nitrate; whilst the liquid containing the unconverted cyanate is decomposed, with evolution of carbonic acid.

From the cyanates there is but one step to the Sulphocyanates.

This name will recall to every chemist here, I feel assured, one of the most interesting of the many series of substances with which the indefatigable toils of Liebig have enriched our science. It would be vain to attempt anything like an encyclopaedic account of the splendid chain of compounds derived from ammonium sulphocyanate: to exemplify the features of this chapter of Liebig's work, we must be satisfied to glance rapidly at one or two groups of these bodies; and I will select for this purpose, with your permission, the bases of the Melamine Series and the Mellonides. Our reference to these bodies, brief as it must be, will have for us an additional interest, as it will of necessity recall to our attention the origin and character of the memorable contest which arose concerning these compounds between Liebig, on the one side, and Gerhardt and, in a measure, Laurent, on the other.

Scientific history affords few examples of a struggle so vehement, and often so impetuous, waged between combatants so eminent; and if sometimes an excess of zeal led on both sides to expressions overcharged, or trespassing beyond the due boundaries of scientific calmness, the conflict between old established views and new conceptions, and between experimental facts and theoretical interpretations apparently incompatible, naturally resulted in a most valuable sifting of corn from chaff. From such an encounter between such champions, truths profound and novel could not fail to be elicited in the end: while, on the other hand, it would be difficult to cite any instance more strikingly illustrative of the pangs so often attendant upon the birth of truth. On now looking back to this long bygone struggle, we cannot but regret that the dispute should not have been brought to a settlement earlier and more easily, so as to have con-

somed less of the precious time and intellectual power of these three great men; especially as we perceive that they had, each and all of them, but one equal aim at truth, and that after all it was rather as to the road by which truth should be sought, and the method by which it should be worked out, than as to the truth itself, that their main conflict arose.

The starting point of their controversy originated in the difference of their respective views as to the action of heat upon the ammonium compound of sulphocyanic acid. When heated, this salt leaves as a residue an amorphous body, by Liebig denominated melam. His experiments upon this body were attended with results quite unexpected, and in those days unprecedented. Nothing had previously been observed in any degree resembling the series of remarkable transformations which melam underwent when treated with alkalis or acids. Liebig's object in studying the action of heat upon the ammonium sulphocyanate had been to split up further a comparatively simple compound, and his astonishment may well be conceived on finding that the treatment he had adopted to this end gave rise, on the contrary, to more and more complex organic bodies; so that at one time he was actually led to indulge in the hope of being not far from the artificial production of uric acid itself. Molecular condensations of this description, though of daily occurrence in the reactions we at present study, had, at the period referred to, scarcely ever been met with; hence the wonder and exultation with which Liebig contemplated the new facts he had just ascertained.

The formula of melam, the product of the molecular condensation of the ammonium sulphocyanate, is  $C_6H_9N_{11}$ , and when this body is boiled with potash it takes up the elements of one molecule of water, and splits into melamine,  $C_3H_6N_6$ , and ammeline,  $C_3H_5N_5O$ . Nitric and sulphuric acids

convert melam, melamine, and ammeline in the first place into ammelide,  $C_6H_9N_9O_3$ , and finally, by protracted ebullition, into cyanuric acid,  $C_3H_3N_3O_3$ . In this series a link of transition, the compound  $C_3H_4N_4O_2$ , is wanting. The gap is, however, soon filled up by Liebig and Wöhler's discovery of melanurenic acid among the products of the action of heat upon urea. The same reaction prevails throughout the several stages of this transition; the elements of water are assimilated while ammonia is evolved; or, to use the language of the day, the hydroxyl group is substituted for amidogen, as a glance at the following table shows:

Melamine . . . . .	$C_3H_6N_6$	$= (C_3N_3)(NH_2)_3$
Ammeline . . . . .	$C_3H_5N_5O$	$= (C_3N_3)(NH_2)_2(OH)$
Ammelide . . . . .	$\left. \begin{array}{l} C_3H_5N_5O \\ C_3H_4N_4O_2 \end{array} \right\}$	$= (C_3N_3)_2(NH_2)_3(OH)_3$
Melanurenic acid . . . . .	$C_3H_4N_4O_2$	$= (C_3N_3)(NH_2)(OH)_2$
Cyanuric acid . . . . .	$C_3H_3N_3O_3$	$= (C_3N_3)(OH)_3$

To this change in the composition of the substances corresponds the gradual alteration of their chemical character. Melamine is a powerful base, forming well-defined salts; ammeline is still basic, but much less distinctly so; the two following terms are at once basic and acid; while cyanuric acid, lastly, is a powerful acid.

At this point we face the source of Liebig's contest with Gerhardt and Laurent; and we perceive at once the peculiar character of Liebig's experimental tendencies in striking contrast with his antagonists' speculative predilections.

Liebig, in his first memoir on the series of compounds in question, mentions only ammeline and ammelide as intermediate terms between melamine and cyanuric acid. Gerhardt's penetrating intellect forecast the existence of an additional body, of the term  $C_3H_4N_4O_2$ ; but, instead of proving the truth of his speculation by experiments of his own, he was satisfied to declare Liebig's investigation inexact,

and to deny that the compound named ammelide by Liebig possessed the composition assigned to it by its discoverer, this compound, he went on to assert, being the very body he had been led to preconceive.

Against this theoretic attack upon a fact experimentally established by his own, and unequivocally confirmed, moreover, by Knapp's subsequent researches, Liebig entered his solemn protest, entirely denying his antagonist's right to attempt the overthrow of a formula analytically worked out, by arbitrarily substituting for it the mere imaginative conception of a substance as yet unproduced. He declared that a scientific disputant adopting such a mode of procedure placed himself in direct opposition to the sound principles of all natural inquiry. And, as if to dash into fragments his adversary's argument by the sledge hammer of a fact, — ever his favourite weapon in scientific warfare — he produced, in collaboration with Wöhler, the very compound which had been floating in Gerhardt's imagination, and showed that the properties actually belonging to Gerhardt's theoretic compound were entirely different from those of his own experimentally discovered body, annelide, so that, had Gerhardt worked, as a chemist should have done, by experiment, he would have wrought out his refutation with his own hands. Without entering into details as to the experimental means employed by Liebig and Wöhler on this occasion, it is sufficient to say, as we have briefly noted before, that they found the body in question — Gerhardt's dream and their realised fact — among the products of the decomposition of urea by the action of heat.

The justice of Liebig's remonstrance against Gerhardt's impugment of the former's experimental results by aid of a mere visionary theory, has derived ample confirmation from chemical researches subsequently made. For it is now a fact established by indisputable experiment, that the decon-

position of melam yields, as one of its products, a substance having the composition and properties assigned by Liebig to ammelide. On the other hand, it is but justice to Gerhardt to state here frankly that experimental researches have also fully borne out Gerhardt's theoretical anticipation, seeing that the urea derivative, called by Liebig and Wöhler Melanurenic acid, is now proved to be also obtainable by proper treatment from melam.

Of a very similar character is the collateral controversy regarding the nature of the mellonides. On heating melam, Liebig obtained an amorphous body of variable composition, which he called Mellon. This body, when fused either with metallic potassium or potassic sulphocyanate, furnished a beautiful saline compound, crystallising in slender needles, potassic mellonide,  $\text{KC}_3\text{N}_4$ . This formula does not agree with Gerhardt's view of the nature of the compound; it does not comply with certain empirical rules which Gerhardt and Laurent have deduced from the examination of numerous substances. A remedy is found. Gerhardt substituted for the expression  $\text{KC}_3\text{N}_4$  the formula  $\text{K}_2\text{H}_2\text{C}_6\text{N}_8\text{O}$ , assuming the existence of hydrogen and oxygen in the salt, which, he suggested, Liebig must have overlooked. Again, Liebig, in language not to be mistaken, denounced this illegitimate tampering with the results of experiment. He pointed out that analysis had furnished neither hydrogen nor oxygen, — nay, that the substance, from the very conditions under which it is formed, cannot contain these elements. A careful repetition of the experiments unequivocally confirmed their absence, clearly proving Gerhardt's assumption to be erroneous. But in this case, likewise, Gerhardt's speculation had not altogether deceived him. The formula originally assigned by Liebig to potassic mellonide is, indeed, not absolutely correct, as he soon afterwards himself pointed out. Experiments, made at his suggestion by Henneberg, showed that the mel-

lonides, when fused with potash, are converted into a peculiar compound, Cyameluric acid, the composition of which is not reconcilable with the old formula of potassic mellonide, and this led Liebig to adopt for the latter the expression  $K_3C_9N_{13}$ , scarcely different from the treble of the formula originally proposed. Singularly enough, the new formula agreed also with Gerhardt and Laurent's rule, and the hot contest was thus brought to a conclusion satisfactory to all parties.

The brief sketch I have given of the principal incidents of this remarkable controversy shows us Liebig ever anxious to retain the safe guidance of experiment. A happy speculator himself, he never fails to curb the evolutions of his imagination by the bridle of sober observation. If he finds his speculation to be in contradiction with recognised facts, he endeavours to set these facts aside by new experiments, and failing to do so, he drops the speculation. Nothing is less in sympathy with Liebig than any attempt to overrule analytical discrepencies by conclusions drawn from analogy, to reconcile discordant observations by sweeping assumptions, or to settle disputed questions by speculative conceptions alone.

"In organic chemistry," he says<sup>10</sup>), "it is indispensably necessary to leave to phenomena not yet understood the undiminished charm of being unexplained. If experiments be required for this explanation, any anticipated theory will deter chemists from undertaking them; and it will deter them the more in proportion as the form in which such theory presents itself is more perfectly rounded-off. No one can feel inclined to search for a key if there be reason to believe that the result of all his search will be to prove that another man has the key already in his pocket. And yet the explanation will be permanently acquired for science only by him who actually undertakes the experiments."

Indeed, during his long contest with Gerhardt, Liebig never lost the sure foundation of experiment; he had not to retract a single statement as to facts, though he did not deny

having committed mistakes in interpretation; but these he happily compared to the broken crockery found in the corners of the best regulated houses in which a good deal of work has been going on.

Indeed, in the early part of his scientific career, Liebig had paid dearly for not having followed the rule which, ever afterwards, he so strenuously inculcated. Speculating without experimenting cost him the discovery of bromine. Many years later, on the occasion of another discussion with Laurent, Liebig, with characteristic frankness, told us the story himself. It is so instructive that I give it to you in his own words.

“No greater misfortune,” he says <sup>11)</sup>, “can befall a chemist than being unable to disengage himself from preconceived ideas, and, yielding to the bias of his mind, to account for all phenomena, not agreeing with his conceptions, by explanations not founded on experiment. This generally happens with persons who possess but little experience in chemical investigations. Such cases are of daily occurrence in the laboratory. If to a beginner in analysis I give a mineral with the remark that he must look for antimony, lead, and potassium, I am sure he will find antimony, lead, and potassium in spite of all contradictory evidence, for he will contrive an explanation satisfactory to himself of every discrepant reaction.”

“I know a chemist who, while at Kreuznach, many years ago, undertook an investigation of the mother-liquor from the salt works. He found iodine in it; he observed, moreover, that the iodide of starch turned to a fiery yellow by standing overnight. The phenomenon struck him; he procured a large quantity of the mother-liquor, saturated it with chlorine, and obtained by distillation a considerable amount of a liquid colouring starch yellow, and possessing the external properties of chloride of iodine, but differing in many of its reactions from the latter compound. He explained, however, every discrepancy most satisfactorily to himself; he made a theory for himself about it (*er machte sich eine Theorie darüber*).

“Several months later, he received the splendid paper of M. Balard, and, on the very same day, he was in a condition to publish a series of experiments on the behaviour of bromine with iron, platinum, and carbon, for Balard’s bromine stood in his laboratory, labelled Liquid chloride of iodine. Since that time, he has made no more theories unless they are supported and confirmed by unequivocal experiments; and I can positively assert that he has not fared badly by so doing.”

We have almost lost sight of the group of compounds from which Liebig’s controversy with the French chemists arose, viz., the sulphocyanates. Nor need they claim our attention much longer. I cannot, however, take leave of these compounds without briefly alluding to an interesting collateral result which emanated from this inquiry. In the course of his experiments, Liebig used a large amount of ammonium sulphocyanate, and was thus naturally led to search for a simple method of obtaining this salt, which he ultimately found to consist in the treatment of cyanhydric acid with yellow ammonium sulphide. In studying the reaction of these two compounds with a view to the production of ammonium sulphocyanate, Liebig at once perceived an analytical advantage derivable therefrom, viz., the delicate test which it affords for prussic acid. The experiment is easily made. We have before us a dilute solution of cyanhydric acid, which we mix with a few drops of yellow ammonium sulphide. The liquid is next boiled till the excess of sulphide is driven off; already lead paper is no longer blackened by the steam evolved. The solution now contains pure ammonium sulphocyanate, and a drop of ferric chloride produces the well-known blood-red colour. The evidence thus obtained of the existence of a sulphocyanate affords us unequivocal proof of the original presence of prussic acid in the solution.

I have dwelt at some length on the investigation of the derivatives of the sulphocyanates, and on Liebig’s contro-

versies with Gerhardt and Laurent, not so much on account of the interest attached to the subject, great as it is, but rather because they enabled me to exhibit to you the essential character of Liebig's mode of thinking and working, which, in a great measure, was also that of Faraday. How much these two great men resembled each other in this respect, and how much, therefore, they must have felt an interest in each other, is clearly seen from a passage, in which Liebig speaks of Faraday, and which, although it is in no way connected with the subject we have been investigating, I cannot deny myself the pleasure of reading to you. In an Academical speech on Induction and Deduction<sup>12</sup>), Liebig says:

“In one of Faraday's grandest discoveries, we find another example of compound induction.

“Oersted was the first to generate magnetism in metallic rods by an electric current.

“Faraday, on the other hand, conversely, endeavoured to produce a spark or current by means of a magnet. His object was to elicit a phenomenon, and since the law governing this phenomenon, and the mode of eliciting it were not known, the problem could be solved only by an artificial process, by the inductive method. The phenomenon once known in its various relations, was now capable of becoming the object of a deductive investigation, and the antithesis of Faraday's inductive and Weber's deductive inquiry is thus rendered obvious. Faraday sought for the *thing*, if this expression be permitted, Weber for the *cause*, for the *law*. I have heard mathematical physicists deplore that Faraday's records of his labours were difficult to read and understand, that they often rather resembled abstracts from a diary. But the fault was theirs, not Faraday's; to physicists, who have approached physics by the road of chemistry, Faraday's memoirs sound like admirably beautiful music.”

Nor, let me parenthetically remark here, was Liebig's admiration confined to Faraday's researches; it was as warmly felt for Faraday's character. It is indeed delightful

to think that two men, so fully qualified to appreciate each other, lived for years on terms of cordial friendship, exchanging from time to time tokens of good will and regard. It was in 1844 that Liebig, visiting England for the first time, became acquainted with Faraday, and I am indebted to Mrs. Faraday for a letter addressed by him to her late husband, written soon after his return to Giessen, which admirably reflects the deep impression he had carried away<sup>13</sup>). In a later letter, Liebig thanks Faraday for the friendly interest he has taken in obtaining permission for his son to enter the medical service of the Indian Army. On examining the voluminous correspondence left by Liebig, letters of a similar character written by Faraday cannot fail to be forthcoming.

Some of the happiest experimental inquiries of Liebig were instituted by him in conjunction with his intimate friend, Friedrich Wöhler. Their joint investigation of the Group of Benzoic Compounds must undoubtedly be considered one of the most beautiful and fruitful results of these associated labours. How vast and far-reaching has been the influence of this inquiry in shaping our conceptions as to the general nature of chemical compounds! Is it not here that we first encounter some of those grand reactions by which — as by so many landmarks — the investigator has ever since steered his course on the troubled sea of chemical phenomena? What a flood of light has poured into science simply from the development of thoughts propounded in this inquiry! Must we not behold in it the first foundation of the gigantic structure of organic chemistry which is now the object of our admiration? Have not Liebig and Wöhler drawn from this source the prominent and typical members of the group of aromatic compounds which, as Kekulé has taught us, radiate from Benzene as from a central star, unlimited in number and variety?

But let us rapidly review the principal points of this magnificent inquiry.

When the associated investigators (1832) took the field, oil of bitter almonds and benzoic acid were already known, as was also the conversion of the former into the latter by the action of atmospheric air. Nothing more, however, had as yet been made out.

Liebig and Wöhler, in the first place, analysed oil of bitter almonds, and established the formula still in use. But the formula of benzoic acid then accepted, which Berzelius had deduced from his analysis of the lead salt, cannot be reconciled with this expression. Hence the necessity of repeating the investigation of this acid. Liebig and Wöhler, by analysing silver benzoate, arrived at the formula thenceforward recognised as the true one, and the relation between oil of bitter almonds and benzoic acid was, from this moment, elucidated for all time. Oil of bitter almonds was shown by them to be a compound of the ternary radicle Benzoyl with hydrogen; benzoic acid, they proved to be a combination of the same radicle with a group of oxygen and hydrogen atoms, considered by Liebig and Wöhler to consist of oxygen and water, now called hydroxyl.

By treating oil of bitter almonds with chlorine, Liebig and Wöhler discovered benzoic chloride, a compound of the same radicle, which by ordinary double decomposition yields the bromide, iodide, and cyanide of benzoyl. Benzoic chloride, in contact with water, becomes converted into benzoic acid, chlorhydric acid being formed at the same time. By acting on benzoic chloride with alcohol, benzoic ether is produced, and by the treatment of the same chloride with ammonia, benzamide, the chlorine in both cases being likewise eliminated in the form of chlorhydric acid.

Our present expressions for oil of bitter almonds, benzoic acid, benzoic chloride, benzoic ether, and benzamide

Oil of bitter almonds . . .	$C_7H_5O, H$
Benzoic acid . . . . .	$C_7H_5O, OH$
Benzoic chloride . . . . .	$C_7H_5O, Cl$
Benzoic ether . . . . .	$C_7H_5O, OC_2H_5$
Benzamide . . . . .	$C_7H_5O, NH_2$

are simple translations of the above discoveries into the symbolical language now prevalent. So far as the facts are concerned, nothing has been added, nothing taken away; by our new notation the philosophical interpretation remains unaltered. Benzoyl, in our present conceptions, plays exactly the same part which Liebig and Wöhler assign to it, when in concluding their paper they say<sup>14</sup>):

“In reviewing once more the facts elicited by our inquiry, we find them arranged around a common centre, a group of atoms preserving intact its nature, amid the most varied associations with other elements. This stability, this analogy, pervading all the phenomena, has induced us to consider this group as a sort of compound element, and to designate it by the special name of Benzoyl.”

Oil of bitter almonds, benzoic chloride, and benzamide, continue to this day to be considered, in conformity with Liebig and Wöhler's view, as combinations of this so-called compound element with hydrogen, with chlorine, and with a fragment of ammonia respectively; and if our mode of viewing the composition of benzoic acid and of benzoic ether has been slightly altered, it is because modern chemistry assumes the weight of the molecule of water to be the double of what it was formerly conceived to be; we are thus led to look upon alcohol as a derivative of water, and to regard benzoic acid and benzoic ether as originating by the simple substitution of benzoyl for an atom of hydrogen in the aqueous and alcoholic molecules respectively.

It may be briefly mentioned here that, in connection with this inquiry, Liebig and Wöhler also examined Benzoin, recognising it as identical in composition with oil of

bitter almonds, and associating the two compounds as striking examples of isomerism, the conception of which had already been propounded by Berzelius.

Nothing can be more simple and modest than the observations with which the associated investigators introduce an inquiry which marks a new era in the history of chemistry:

“When a chemist is fortunate enough to encounter, in the darksome field of organic nature, a bright point affording him guidance to the true path, by following which he may hope to explore the unknown region, he has good reason to congratulate himself, even though he may be conscious of being still far from the desired goal<sup>15</sup>.”

And well might the two investigators congratulate themselves! To how few is it permitted to open up such a road through the previously thick and trackless jungle! And how seldom does this road lead to a mine so rich in knowledge as the one they have unlocked!

The first of aldehydes, in whose behaviour the characteristic features of the whole species find their type! The first of acid-chlorides, now among our most powerful agents of research, to which — to quote but two among hundreds of illustrations — Gerhardt's anhydrides and Brodie's organic peroxides owe their origin! It is true the preparation of the chlorides from the aldehydes has no longer its former value, Cahours having pointed out a more convenient mode of producing them, by the action of phosphoric chloride upon the acids; but the grand reactions by which these chlorides furnish us acids, ethers, and amides, remain conspicuous conquests, not shaken by time, but still as fresh and fruitful, as on the first day of their discovery.

To return once more to the typical chloride with which Liebig and Wöhler's researches have endowed our science:

We pour benzoic chloride into water which we have rendered alkaline with soda. The solution now contains sodic ben-

zoate, and on saturating the liquid with chlorhydric acid, splendid crystals of benzoic acid — benzoic hydrate — are deposited.

We perform a similar experiment with alcohol; a powerful reaction ensues, and on adding water to the solution, there is separated from the mixture a heavy aromatic oil consisting of benzoic ether — benzoic ethylate.

One more experiment. The large flask before us contains ammonia gas. On pouring benzoic chloride into the gas, the vessel becomes filled with a thick white vapour rapidly condensing into a solid crystalline mixture. Water removes from this mixture the ammoniac chloride, leaving behind crystals of benzamide — benzoic amide.

Liebig and Wöhler did not exhaust the new lode they had opened; the vein was too rich in treasure for any two miners to carry it away, and many a glittering ore which tempted them for a moment was left behind. Indeed it is but a part of their glory, that their mine, after having yielded to themselves so much, still left so much to their successors.

Of the great truths bequeathed to subsequent exploration, some attracted, so to speak, a brief glance from Liebig and Wöhler's penetrating eyes. They note, for example, that when oil of bitter almonds is dissolved in alcoholic potash, potassic benzoate is formed. On addition of water, the salt dissolves, and an oily body separates, which is no longer oil of bitter almonds. Remarkable as is this fact, and seductive the line of inquiry which it opens, Liebig and Wöhler pushed its investigation no further, simply remarking that this oil may originate from oil of bitter almonds by the decomposition of water, the oxygen of which gives rise to the formation of the benzoic acid. Years later (1853) Cannizzaro showed that this oily body is benzoic alcohol.

So again, to take another example, Liebig and Wöhler treated benzoic chloride with pentachloride of phosphorus,

and obtained a new liquid organic compound which they examined no further. More than twenty years later (1858) Schischkoff and Rosing proved this liquid to be the chloroform of the benzoyl series.

To take one more instance of the same kind: on heating benzamide with caustic baryta, Liebig and Wöhler observed, in addition to ammonia, a transparent oily fluid, lighter than water, possessing an aromatic odour and the sweet taste of sugar. What new treasure was it that they came upon? To us it is no mystery that they had produced the first of that important group of bodies we now call nitriles; but they carried their experiments no further, and it was not till many years later (1844) that Fehling resumed the dropped thread of their inquiry by determining the composition of benzonitrile, which he encountered in a different, but somewhat analogous reaction.

If, even now, after the lapse of forty years, the results of this research exert such a fascination upon us, what must have been the triumphant emotions with which it was greeted by contemporaries? Even Berzelius, whose sober judgment cannot be accused of being easily betrayed into impulsive enthusiasm, declared exultingly that in this research he discerned the dawning splendour of a new morning.

"The facts put forward by you", he writes <sup>16</sup>) to Liebig and Wöhler, "give rise to such considerations, that they may well be deemed the beginning of a new day in vegetal chemistry. For this reason I would suggest that this first discovered radicle, composed of more than two elements, should be named proin (from *πρωϊ*, the beginning of day, in the sense of *ἀπὸ πρωϊ ἕως ἑσπέρας*, Acts xxviii, 23), or orthrin (from *ὄρθρος*, day-break), terms whence names like proic acid, orthric acid, proic, and orthric chloride could be easily derived."

The various roads thus opened up by the single investigation we have surveyed, would have furnished to most chemists material for a dozen papers, and probably, for half-

a-dozen years' work. It was not so with the associated investigators: they return only once more (in 1837) to the same field of inquiry by studying the Essential Oil of Bitter Almonds.

At that period we find the origin of this oil still unexplained. The researches of Robiquet and Boutron-Charlard had shown that it does not exist ready formed in the bitter almonds, — that the essential oil, as well as the prussic acid, appears only after their treatment with water. The same chemists had further proved the existence of amygdalin as a component of bitter almonds. Finally, Peligot had observed that distillation of amygdalin with nitric acid produces oil of bitter almonds. Such are the *disjecta membra* which Liebig and Wöhler had to weld into one whole.

They first made out the composition of amygdalin, which is corroborated by its conversion, when treated with an alkali, into ammonia and amygdalic acid. They next observed that an infusion of sweet almonds, which contains no amygdalin, when added to a solution of amygdalin, gives rise to the formation of oil of bitter almonds and prussic acid, and this fact supplied them with the key to the as yet unexplained process. There exists in bitter as well as in sweet almonds, a substance soluble in water, a kind of vegetable albumin, which on account of its peculiar properties they call emulsin. This, Liebig and Wöhler discover, acts as a ferment, and thereby accomplishes the metamorphosis of amygdalin. But a comparison of the formula of the latter with those of prussic acid and oil of bitter almonds, proves to Liebig and Wöhler that a portion of the constituents of the former remains unaccounted for, and this complementary product Liebig and Wöhler make out to be sugar. They are thus enabled to point out in amygdalin the first of the glucosides, a family of substances soon to bring forth a rich harvest of beautiful discoveries. In fact the investigation of amygdalin

has been the forerunner of such researches as those of Piria regarding salicin, of Stas and Hlasiwetz regarding phlorizin, and of those, within our own days, regarding coniferin, by Haarmann and Tiemann. As an incidental offshoot of this line of investigation, we may note, in passing, the suggestion by Liebig and Wöhler, that for medical purposes, a weighed quantity of amygdalin, dissolved in an emulsion of sweet almonds, should be employed, instead of the bitter almond and laurel water up to that time in use for like therapeutic purposes. The proposed medicament furnishing, as it does, a certain and constant, instead of a variable preparation, has, nevertheless, to this day, escaped the attention of medical practitioners and pharmacists, whose notice we take this opportunity of again calling to the subject.

Passing from these joint labours of Liebig and Wöhler on the benzoic group, we have next to consider some equally valuable observations proceeding from Liebig alone.

In the year 1836, Winkler, by the treatment of oil of bitter almonds with chlorhydric acid, obtained an organic acid which on theoretical grounds was subsequently designated Formobenzoic, and is now known under the name of Phenylglycollic acid. Liebig, engaging in the study of this substance, determined its composition, and elucidated the reaction by means of which it is formed. This reaction is a typical one. By it Strecker subsequently succeeded in converting the aldehyde *par excellence* into lactic acid; and since then it has been employed with success in a multitude of researches.

Here also the discovery of Hippuric acid claims our attention. In 1830, Liebig repeated the experiments of Rouelle, as well as the later ones of Fourcroy and Vauquelin, which had indicated the presence of benzoic acid in the fluid secretion of horses. These experiments led him to the discovery of an acid containing nitrogen, to which he gave the name hippuric acid. He remarks that it may be considered

as a compound of benzoic acid with an organic body as yet unknown. The nature of this body it was reserved for Dessaignes to establish, by showing that hippuric acid, when treated with acids, splits up into benzoic acid and glycocholl. I need not remind you of the high theoretical importance of hippuric acid, considered as a typical compound, the model in structure of a host of analogous bodies. Nor will you fail to note with interest the further researches in this direction, which induced Liebig, supposing hippuric acid to be a derivative of benzoic acid, to search for this last named body in the food of horses, and on the failure of this search, strenuously to deny the existence of benzoic acid in hay. Of equal interest is Liebig's further statement here, based on a comparison of crystalline forms, that the substance discovered in *Anthoxantum odoratum* by Vogel, is not, as the latter had asserted, benzoic acid. Liebig's view on this point was confirmed many years later by an investigation of this substance by Bleibtreu, who not only proved it *not* to be benzoic acid, but demonstrated it to be identical in composition with the coumarin of the Tonka bean.

Here we may notice yet another beautiful discovery which Liebig made, so to speak, *en passant*.

Not long after the celebrated research on oil of bitter almonds, Laurent, investigating the action of chlorine on benzoin, obtained beautiful crystals having the composition of benzoyl, and, indeed, he did not doubt that he had isolated the radicle of the series. Assuming this interpretation to be correct, Laurent's substance ought to be convertible by potash into potassic benzoate and oil of bitter almonds. In performing the experiment, Laurent obtained, in fact, an acid which he believed to be benzoic, together with an oily substance, which he supposed to be oil of bitter almonds. A closer examination of the reaction showed Liebig that Laurent had been led astray in interpreting the phenomena

by a preconceived theory. His benzoyl has no connection with the radicle of the benzoyl series, and was, therefore, henceforth designated by Liebig by the name of Benzil. The acid observed by him is not the benzoic, but a new acid which Liebig named Benzilic acid, the formation and composition of which he so thoroughly established, that very little has been subsequently added to the history of the compound. The discovery of benzilic acid is thus seen to have been simply elicited by a review of Laurent's investigations. I should not leave unnoticed that it was in the course of pointing out to Laurent the danger of too freely indulging in theoretical speculations, that Liebig told us with such exquisite humour his early misadventure with bromine, already adverted to.

If the examination of the benzoic compounds impresses us like the sudden 'splendour of the rising sun', we may nevertheless be struck with an equally profound admiration by the more slowly developed, but not less brilliant light which emanated from Liebig and Wöhler's grand investigation of Uric Acid and its Derivatives (1838).

These researches present a picture of the most ardent and indefatigable struggle after truths which are but slowly and partially revealed to the investigators. The results of this inquiry are, with the exception of a few points of secondary importance, accepted as exact and truthful even at the present moment; whilst the problems which it left unsolved have been as yet only in part worked out by the researches of our later time. To Liebig and Wöhler we owe the path which has conducted us nearly to the goal, — the leading thought which has inspired others to further labours in the same field, and which promises us at no distant date the final dispersion of the clouds still overshadowing this portion of our domain.

Uric acid was not an entirely unknown body when Liebig, in 1834, established its formula. Discovered by

Scheele, as early as 1776, in calculi, and subsequently in the urine of man, its presence in the similar excretion of birds, and in guano, had been proved by Fourcroy and Vauquelin. But it was William Prout who, in 1815, when a youth only in his 19th year, discovered the most copious source of this interesting compound, showing that the solid excrement of snakes consists, to the extent of no less than nine tenths of its weight, of uric acid. At that period, however, this last-mentioned source of uric acid appears to have been rather inaccessible, as the larger species of serpents were then but rarely exhibited in Europe; so that, even in 1823, Vauquelin considered it worth while to give in the *Annales de Chimie et de Physique* a minute description of serpent's solid deposit as a substance rarely seen. Nevertheless, some products of the decomposition of uric acid had even then already been observed. Henry had prepared a pyruvic acid which, in 1829, was identified by Wöhler with cyanuric acid. Brugnatelli and Prout, about 1818, had discovered the so-called purpuric acid, a mixture of murexide with colourless substances; and Brugnatelli had further pointed out the existence of a peculiar soluble compound called by him erythric acid. But the composition and true chemical character of these compounds still remained shrouded in obscurity.

This obscurity, it was reserved for Liebig and Wöhler to dispel. Engaged together in investigations for this purpose, they soon made it manifest that uric acid possesses an interest by no means exclusively physiological; and that, mainly by reason of the unlimited mutability which is its most characteristic quality, it claims, with certainly an equal force, the attention of the chemical philosopher. This liability to chemical change is, indeed, the very fact which, while increasing the difficulty of the inquiry, enabled Liebig and Wöhler to reap a harvest of results, such as few chemists ever gathered

from a single field of research. Not less than sixteen new and most remarkable bodies were at a single stroke, that is to say, in the course of this single investigation, introduced by Liebig and Wöhler into the edifice of chemistry! And it is certainly noteworthy that only one of these numerous substances has, up to the present date, disappeared again from science, and that of their formulæ one only has called for modification. It would be difficult to adduce a proof more striking than this of the skill in manipulation, and scrupulous accuracy with which they conducted their experiments. The inquiry has been subsequently resumed by some of the most distinguished chemists of our time; and the well-applied exercise of their care and skill has certainly done much to elucidate the subject further. But their collective labours have not resulted in the production of a series of compounds nearly so numerous and interesting as that first made known to us by Liebig and Wöhler's united work in this great field.

This circumstance lends a particular interest to the consideration of the method they adopted, — shown by its abundant outcome to be so advantageous. To take, then, a cursory glance at this method of theirs, we may note in general terms, that it consists essentially in alternate oxidation and reduction. They employed as their oxidising agent nitric acid, more or less dilute, and raised to various degrees of temperature. Under these varied conditions nitric acid furnished different products, some of which the inquirers recognised as old acquaintances, such as, for instance, oxalic acid, urea, and allantoïn, the last-mentioned compound, as its name reminds us, being the characteristic constituent of the allantoïc liquid of the cow. In others they recognised substances which their predecessors had observed, but failed to elucidate, and of which the composition, centesimal and molecular, still remained to be made out. In the course of their investigations they showed that

Brugnatelli's so-called erythric acid is an indifferent body which is formed by the molecule of uric acid fixing one molecule of water together with one atom of oxygen (supplied by cold nitric acid) and losing one molecule of urea. This body Liebig and Wöhler designated Alloxan, and they gave proof that it takes part in the formation of most of the uric derivatives. With sulphuretted hydrogen they demonstrated that it yields Alloxantin, remarkable for its violet reaction with baryta-water, and that this, by further reduction, is converted into Dialuric acid. By treatment with sulphurous acid they showed, moreover, that alloxan is changed into Thionuric Acid, which retains the sulphuric acid formed in the reaction; and they transformed the thionuric acid into Uramile, by eliminating this sulphuric acid from it. Alkalies, they proceeded to prove, produce Alloxanic Acid, as also that compound 'marked by the simplicity of its composition, which is called Mesoxalic acid. And by treatment with heated nitric acid, alloxan, they further found, yields Parabanic and Oxaluric Acids; but I will not continue the lengthy enumeration of substances evolved in the energetic pursuit of this inquiry by Liebig and Wöhler. The flight of time forbids the protraction of the list, interesting as every member of it unquestionably is to the chemist, and deeply important by the varied associations which they together recall to the memory.

Let me, however, before taking leave of this group of bodies, direct your attention yet for a moment to the most beautiful, and at the same time most enigmatical, of all the compounds which owe their origin to uric acid. I allude to Murexide, that precursor of rosaniline, forming, like rosaniline, crystals so remarkable for their green metallic lustre, — a body whose wonderful tinctorial properties seemed destined to, and for some time actually did, restore the magnificent purple of the ancients. The existence of murexide had been pointed out by Prout and Brugnatelli; but our information

regarding the compound was most scanty and fragmentary when Liebig and Wöhler began its investigation; and it is to these philosophers that we are indebted for the method of obtaining the substance in a perfectly pure condition, as well as for its first analysis, and for the first exact and complete description of its properties.

The necessity I am under of compressing into the narrow compass of a few sentences the history of this remarkable group of bodies, altogether precludes me from more than glancing at the masterly interpretation of their experiments given by the brother investigators. Suffice it to say, that Liebig and Wöhler looked upon the members of the uric series as combinations of urea with various groups of elements derived from a hypothetical body called *Uric*, which they assumed to exist, united with urea, in uric acid itself. Other theories of the constitution of the uric group have since been proposed; but it deserves notice that the view most generally received at present differs from that of Liebig and Wöhler only as the theory of substitution differs from the older theory of radicles. Liebig and Wöhler considered these substances as compounds of urea with various radicles, whilst we look upon them as urea, for part of whose hydrogen, atomic groups of varying composition have been substituted.

In thus rapidly reviewing the derivatives of uric acid, may I be allowed to quote from Liebig and Wöhler's paper upon this subject a passage clearly indicating how distinctly they foresaw the synthetical direction in which organic chemistry was then about to advance.

"From these researches," they say<sup>17</sup>), "the philosophy of chemistry must draw the conclusion that the synthesis of all organic compounds which are not organised, must be looked upon, not merely as probable, but as certain of ultimate achievement. Sugar, salicin, morphine will be artificially prepared. As yet we are ignorant of the road by which this end

is to be reached, since the proximate constituents required for building up these substances are not yet known to us; but these the progress of science cannot fail to reveal."

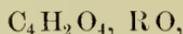
In the sketches of Liebig's experimental labours hitherto submitted to you, I have, mindful of the mixed audience I am addressing, avoided as far as possible the use of formulæ. Were I strictly to adhere to this plan, I should be obliged to leave unnoticed one of his most important inquiries, — one which has materially assisted in shaping the course of chemical thought, and in preparing our present theoretical conceptions. I speak of his researches on the Constitution of Organic Acids; which, at the same time, elucidated the composition and ultimately fixed the formulæ of some of the substances most frequently occurring in the household of nature.

If Liebig and Wöhler, in examining oil of bitter almonds and its derivatives, achieved in so short a time such a series of triumphs, their success was in a great measure due to the accuracy of the analytical methods with which science had been just endowed by Liebig. A more extended application of these methods promised a further harvest of results. In this respect the extensive group of organic acids appeared to offer an appropriate field for cultivation. Hence malic, maleic, camphoric, quinic, and meconic acids were successively examined, not invariably with absolute success, since the numbers obtained did not always agree among themselves, or with the results of subsequent inquirers. Perhaps, in some cases, it was the rapidity with which one investigation followed another that caused these early failures; but in most cases they may be traced to the faculty some of the above acids possess of uniting with varying quantities of water, to their tendency, as we should now call it, of forming anhydrides.

The relation between the quantity of water participating in the formation of an acid and its faculty of forming salts

— the basicity of an acid — was, at that time, a problem completely unsolved.

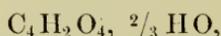
Berzelius felt this difficulty when, in 1833, he represented the citrates by the formula



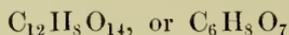
(H = 1, C = 6, O = 8), whilst, what was perfectly unintelligible to him, he found citric acid to be, not as he expected,



but



corresponding to one-third of the molecule to-day admitted,



in our present notation.

Nor was Liebig able entirely to remove the difficulty, when, somewhat later, referring to the results of Berzelius, he discussed this peculiar discrepancy between the formulæ of citric acid and the citrates.

But in the same year (1833) this obscurity was illumined by a sudden ray of light. Indeed, we find ourselves before Graham's ever-memorable inquiry as to the causes of the varying basicity of phosphoric acid. He traced this variability to the varying quantities of water which can be fixed by phosphoric anhydride. In ordinary phosphoric, or, as we now call it, orthophosphoric acid, this anhydride is united with 3 atoms of water replaceable by bases; in pyrophosphoric acid with 2 atoms; and in metaphosphoric acid with 1 atom. But how it happened that the same anhydride should in some cases combine with 3 atoms, in others with 2, and in others, lastly, with 1 atom of water or base, remained unintelligible so long as chemical thought continued to move in the grooves of the dualistic conception.

We now approach the period when Dumas on the one hand, and Laurent on the other, began to sap the foun-

dition of this conception by sketching the first outlines of their substitution theories. The ideas regarding the nature of acids set forth in 1809 by Humphry Davy, and advocated again in 1819 by Dulong, were thus once more brought prominently under the notice of chemists. Liebig opened his mind to these ideas, and the result was the publication, in 1837, of a joint note by him and Dumas on the constitution of several polybasic acids, which is so terse and clear that I cannot do better than quote some of its principal passages<sup>18)</sup>:

"The difficulty which the study of citric acid and its salts presents, can be satisfactorily explained only by assuming that the atomic weight of this acid must be trebled, so that in the neutral salts three atoms of base have actually to be admitted.

"We thus arrive at the following series:

Absolute citric acid; Anhydride

in combination with bases .  $C_{12} H_5 O_{11}$ .

Dry acid . . . . .  $C_{12} H_5 O_{11}, 3 H O$ .

Crystallised acid . . . . .  $C_{12} H_5 O_{11}, 3 H O + 2 aq$ .

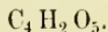
Barium salt . . . . .  $C_{12} H_5 O_{11}, 3 Ba O$ .

Sodium salt . . . . .  $C_{12} H_5 O_{11}, 3 Na O$ .

Silver salt . . . . .  $C_{12} H_5 O_{11}, 3 Ag O$ ."

The formulæ here quoted are not exactly those which Liebig and Dumas give in their paper: to render them comparable with those previously used for citric acid, I have translated them into the notation originally adopted by Berzelius, differing from that employed at present only in the circumstance of carbon and oxygen figuring in its formulæ with half the atomic weights which are to-day admitted.

"The question of citric acid settled," Liebig and Dumas continue, "we have devoted ourselves with lively interest to another inquiry of the same order. The formula adopted for tartaric acid no longer expresses all the facts which the examination of that acid has brought to light. According to the analysis of Berzelius, tartaric acid contains



"We doubt not the correctness of this formula, but we have good reason to believe that tartaric acid, like citric acid, is capable of losing water at the expense of its constituents.

"Meconic acid presents a similar behaviour. It is obvious that in these cases we have to deal with a new order of phenomena, the study of which appears to lead to the following general rule: — In the formation of citrates, tartrates, meconates and cyanurates, each oxygen-atom contained in the base which combines with the acid, replaces and eliminates in the form of water an atom of oxygen contained in the acid: hence these acids do not form salts with an excess of base, but salts of the same description as those of phosphoric acid.

"Assuming tartaric acid to be a hydracid and doubling its formula, we arrive at the following simplified formulae, which we place in juxtaposition with the more complex expressions previously employed:

	Berzelius' formulae.	Liebig and Dumas' formulae.
Anhydrous acid . . . .	$C_4 H_2 O_5$	
Hydrated acid . . . .	$C_4 H_2 O_5 H O$	$C_8 H_2 O_{12}, H_4$
Neutral potash salt . .	$C_4 H_2 O_5 K O$	$C_8 H_2 O_{12} \left\{ \begin{array}{l} K_2 \\ H_2 \end{array} \right.$
Cream of tartar . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} C_4 H_2 O_5 H O \\ C_4 H_2 O_5 K O \end{array} \right.$	$C_8 H_2 O_{12} \left\{ \begin{array}{l} K \\ H_3 \end{array} \right.$
Anhydrous tartar emetic.	$\left\{ \begin{array}{l} C_4 H_2 O_5 K O \\ C_4 H_2 O_5 S b O_3 \end{array} \right.$	$C_8 H_2 O_{12} \left\{ \begin{array}{l} K \\ S b \end{array} \right.$

"It would thus appear that anhydrous tartaric acid does not exist, tartaric acid itself being a hydracid of a new description, formed by the union of the radicle  $C_8 H_2 O_{12}$  with 4 atoms of hydrogen. In the saline compounds of tartaric acid, these 4 atoms of hydrogen are entirely or partially replaced by an equivalent of metal."

From a comparison of the formulae suggested by Liebig and Dumas for tartaric acid and the tartrates with those we use at present:

Tartaric acid . . . . .	$C_4 H_2 H_4 O_6$
Neutral potash salt . . .	$C_4 H_2 H_2 K_2 O_6$
Cream of tartar . . . . .	$C_4 H_2 H_3 K O_6$
Tartar emetic . . . . .	$C_4 H_2 S b K O_6$

it is obvious that the former actually coincide with the latter, if the atomic weights of carbon and oxygen be doubled. Moreover, it is with no small interest that we perceive in these expressions the undoubted germ of our modern notion of the non-equivalence of elementary atoms; for since, in accordance with these expressions, it is the oxygen of the base, which eliminates the hydrogen of the acid, it is clear that the amount of metal replacing a given quantity of hydrogen must vary with the composition of the metallic oxide acting upon the acid; and that if  $MO$  represents the composition of an oxide consisting of 1 atom of metal and 1 atom of oxygen, then the metal  $M^a$  of an oxide  $M^aO_2$ , and the metal  $M^b$  of an oxide  $M^bO_3$ , must have the value of  $2M$  and  $3M$ , and therefore of 3 atoms of hydrogen respectively. Indeed in anhydrous tartar emetic, it is the univalent potassium-atom which replaces one atom, and the trivalent antimony atom which replaces three atoms of hydrogen in tartaric acid.

The inquiry, commenced by Liebig and Dumas jointly, was not long continued in this form. The two investigators found it more convenient to work out the subject separately. Indeed, as early as in the following year (1838), Liebig returned to the question in an elaborate memoir, "On the Constitution of the Organic Acids". In this splendid paper he accurately describes meconic acid and its salts, comenic acid and the comenates, silver citrate and pyrocitric acid (the citraconic acid of the present day), cyanmic acid and the cyanrates, aspartic acid and its silver salt, gallic acid and the gallates, tannic acid, tartaric acid and tartar emetic, racemic, malic and even mucic and pyromucic acids, giving at the same time the full experimental evidence upon which his conclusions as to the nature of these substances are based. The paper more fully develops the views set forth in the joint note with Dumas, which it supports by additional facts and elucidates by new reasonings.

Meconic acid, by the analysis of its silver salt, is recognised as tribasic, and comenic acid, in a similar manner, as bibasic, in accordance with the views at present adopted. Indeed the formulæ advanced by Liebig are, with few exceptions, the same that we admit to-day. It is here that the simple relation, in which, so far as their molecular weights are concerned, the cyanic, fulminic, and cyanuric acids stand to each other, is first pointed out. Particular attention is paid to the diagnosis of polybasic acids. As a characteristic criterion, the faculty possessed by an acid of forming double salts — salts containing two metals — is adduced. This is a valuable indication, but one, as we now know, by no means absolutely to be relied upon, and, indeed, from the non-existence of a potassio-sodic sulphate, Liebig is led to deny the bibasicity of sulphuric acid, since so unmistakably attested by overwhelming evidence. On the other hand, the appropriate selection of the saline compounds, from the study of which the basicity of an acid may be safely inferred, is of course a subject on which he dwells with predilection. The silver salts are found to be the most trustworthy guides in fixing the limits of basicity. Many acids, which with potassium form only acid salts, are readily converted into neutral silver salts; and this behaviour is at the same time brought forward as a most powerful argument in favour of acids being compounds of radicles with hydrogen; for, only on this assumption, can we understand why silver oxide, which is easily reduced by hydrogen, is fixed by acids in larger proportion than the more difficultly reducible oxide of potassium.

That the theory of hydracids advanced by Davy and Dulong involves the necessity of admitting a host of radicles which are not isolated, is not, in Liebig's eyes, an argument against it; since the supporters of dualism were not less compelled to assume the existence of numerous imaginary bodies,

viz., the acid anhydrides, but few of which had been discovered at that time. The theory of the hydracids, on the other hand, presented the advantage of collecting all acids and salts under the same point of view, and of satisfactorily explaining why equivalent quantities of sulphuric and chlorhydric acid, when acting upon lime, give rise to the elimination of the same quantity of water. An additional confirmation of this theory is furnished, according to Liebig, by the behaviour of silver sulphocyanate. The dualistic conceptions formulate this compound



whilst according to Davy's and Dulong's view it must be written



The latter conception alone explains why sulphuretted hydrogen separates silver sulphide from the compound.

The dualistic views were defended with great pertinacity by Berzelius, who was inclined to explain the varying basicity of phosphoric acid by assuming an isomerism of the anhydride, and Liebig was thus induced to return once more to the subject, maintaining his views in a letter addressed to Berzelius<sup>19</sup>). In the letter he says:

"We have no proof that the water we expel from an acid by the action of a metallic oxide, is as such contained in it; all we know regarding the process is that an equivalent quantity of metal is substituted for the hydrogen."

The chemists among my audience cannot but feel strongly the full importance, for the advancement of our beloved science, of this extensive series of researches on the constitution of organic acids, which, in the scantiest outlines, I have laid before them. Teeming, as they do, with a multiplicity of new facts, elucidating the nature of a large number of substances of widely diffused occurrence, and therefore of para-

moment interest, these researches nevertheless claim our attention on still higher grounds. I have already alluded to the fact of their foreshadowing the doctrine of the non-equivalence of elementary atoms, now governing our notions in such a sweeping manner. But there is yet another direction in which they have exercised a powerful influence on modern ideas. If we compare the well-defined precision of our present conceptions of Molecule, Atom, and Equivalent with the vague and confused notions prevailing half a century ago, the salutary change must be looked upon as one of the most important features of the progress lately achieved. To this beneficial change the researches of Graham, Liebig, and Dumas on the polybasic acids paved the way; and it is more especially to Liebig that we are indebted for the first unequivocal separation of the notions of equivalent and molecule; for what he terms the atomic weight of an acid, in contradistinction to its equivalent, differs only in name from what we now call its molecule. This separation he advocated at all times, both in his writings and in his lectures, but never more strenuously than when discussing the constitution of the polybasic acids, no class of compounds affording more striking illustrations of the difference between equivalent and molecule.

The celebrated paper "On the Constitution of the Organic Acids", is by no means the only contribution which Liebig has made to our knowledge of this class of substances. Were I allowed to indulge in details, it would not be difficult to quote scores of acids, to the history of which he has supplied most valuable information. Let me only remind you that, in addition to the acids mentioned in the previous paragraphs, he studied formic, acetic, lactic, succinic, picric, and camphoric acids; he discovered fulminic acid — a fourth acid isomeric with the cyanic, fulminic, and cyanuric acids, — which is formed by the action of chloride of potassium on fulminating

mercury, — and cyanurenic acid, a compound existing under certain conditions in the urine of the dog. In connection with his researches on alcohol and ether, he examined the salts of sulphovinic and phosphovinic acids; and on the occasion of the memorable inquiry into the nature of fatty bodies, instituted under his auspices in the Giessen laboratory by Bromeis, H. Meyer, Playfair, Redtenbacher, and Varrentrapp, he published a series of most valuable papers on the stearic, margaric, and oleic acids. Nor must we leave unnoticed his joint investigation with Wöhler of that singular organic acid, supplied in the form of its ammonium compound by the mineral kingdom. Liebig and Wöhler's experiments established the simplest atomic formula of Mellitic acid; and it is but one more proof of the scrupulous accuracy of the associated analysts, that this expression has been unequivocally confirmed by the splendid series of researches recently published by Baeyer, to whom it was reserved to assign to this remarkable compound, by converting it into benzol, its true position in the system of organic substances.

I cannot conclude this rapid sketch of Liebig's more important experimental inquiries without alluding to the conspicuous results he obtained in the investigation of Alcohol and its Derivatives.

I mention these researches last, not that I consider them of less interest than those which have preceded, but simply because, extending over a period of more than twenty years, they embrace some of his later as well as of his earlier discoveries.

Liebig's first experiments on alcohol were made as early as 1832, when he examined its behaviour under the influence of chlorine. Everybody knows that this inquiry, undertaken from purely scientific motives, led to the discovery of two compounds now in continual use for the diminution of human suffering. Let us always thankfully remember that

we are indebted to Liebig for the discovery of Chloroform, whose anaesthetic properties, now so admirably applied for the alleviation of pain in disease, enable even the severest operations of the surgeon's knife to be performed on patients wrapped in complete unconsciousness, entirely exempt from the torture previously inseparable from such treatment. Nor must we ever forget that it was Liebig also who first presented us with Chloral, the benign properties of which for inducing sleep, when other soporifics fail, have rapidly established it in the highest rank among the therapeutic agents placed by chemistry at the disposal of medical art. What an illustration of the practical advantages ever flowing from the pursuit of science, even when apparently most abstract!

Liebig, although he failed, at first, in establishing what are now considered the true formulae for chloral and chloroform, for which we are indebted to Dumas, describes the method of preparing these substances, their properties and changes, with an accuracy which it would be difficult to surpass. It is to him that we owe Hydrate of Chloral, the beautiful crystalline compound now preferred for medicinal purposes. The formation of this hydrate presents a splendid phenomenon of crystallisation, which I am tempted to exhibit to you. The flask before us contains a known quantity of the anhydrous liquid chloral, to which we now add an equivalent proportion of water. The two liquids are well mixed by agitation, when, as you observe, crystallisation immediately sets in, the walls of the flask becoming coated with a beautiful network of brilliant needles of the hydrate. It was Liebig who first observed the remarkable transformation of chloral into chloroform and formic acid by caustic alkali, which also we can easily illustrate by an experiment. For this purpose a small retort containing soda is provided with a condenser and dropping tube. On allowing a stream of chloral to flow in through the latter, you observe a powerful

reaction, and on gently heating the retort, chloroform is volatilised, which collects as a heavy transparent oil at the bottom of the water in the receiver. The presence of formic acid in the residue is easily demonstrated by adding thereto a solution of corrosive sublimate and acidifying with chlorhydric acid, when a copious white precipitate of calomel takes place. It was this easy transition of chloral into chloroform, which first suggested to Oscar Liebreich the happy idea of trying the physiological action of chloral; as he expected that the small amount of alkali contained in the blood would be sufficient to produce this change, thus generating chloroform within the organism. Be this as it may, experiment has proved the physiological effect of chloral to be essentially different from that of chloroform, it being, in fact, rather hypnotic than anaesthetic, and possessing therefore a value of its own. It is certainly remarkable that two compounds, which for years presented an interest exclusively scientific, were found at last to be endowed with properties so eminently practical. In 1847, fully 15 years after its discovery, chloroform was used for the first time as an anaesthetic by James Simpson, and 20 years more had to elapse before the physiological action of chloral was discovered. Liebig's investigation of this substance, searching as it was, had not, probably on account of difficulties of production, been followed up, as it deserved, by chemists, whose laboratories throughout the world would hardly, in 1868, have supplied, collectively, so much as half a kilogramme of chloral. At the present date, only some seven years later, a factory in Berlin alone produces about 100 kilogrammes daily. In an assembly of chemists I need not dwell on the services rendered to science by chloral, since its abundant industrial production has made it available for daily use in our laboratory researches.

The object of Liebig's investigation of alcohol was to elucidate the constitution of this important compound and its

derivatives. When he entered the field, Dumas and Boullay's celebrated memoir had already appeared. It is well known that the French chemists had been led to consider ether and alcohol as hydrates of olefiant gas. Liebig, on the other hand, denied the existence of olefiant gas in these compounds, and regarded them as derivatives of a radicle, consisting of carbon and hydrogen, to which he gave the name of Ethyl. The long-protracted contest between the advocates of these rival theories forms one of the most interesting episodes in the early history of organic chemistry. It ended in a signal victory for Liebig, and a universal adoption of his theory. The olefiant gas, or, as it was also called, the etherine theory, — notwithstanding the new support which Berthelot's memorable transformation of olefiant gas into alcohol at one time appeared to lend to it — has well nigh fallen into oblivion; whilst the theory which assumes ethyl to be a constituent of alcohol and ether is, at the present moment, as much in men's minds as it was when Liebig first suggested it, although our present view of the relation between alcohol and ether has changed from that entertained by Liebig.

Many of those here present will remember that, about a quarter of a century ago, Gerhardt and Laurent advanced their new system of chemical notation; and while some of us witnessed, others perhaps shared, with somewhat of their youthful impetuosity, the contentions excited by the newly proposed system. Let me remind you that the new ideas of the two French chemists were nowhere sooner countenanced than in this land of free debate; and that, among the chemical warriors who took the field in their support, scarcely one was earlier afoot, and in his championship of the new system, no one was more strenuous and successful, than the scientific chieftain under whose colours we are assembled this evening. Indeed, it is chiefly to Odling's

efforts, courageously begun in early youth, and vigorously prosecuted in strong manhood, that England owes the honour of having been foremost of all nations to recognise the intrinsic truth and value of the new chemical doctrine. The modification, necessarily introduced by the new notation into the formulæ employed by Liebig to express the composition of some of the substances which he examined, extends also to ether. When Gerhardt and Laurent's notation is employed, Liebig's ether-formula must be doubled; and this change (at the first glance at all events) appears difficult to reconcile with the views originally advanced by Liebig. Nor was it until Williamson, by experiments irresistibly convincing, elucidated the transformation of alcohol into ether, that this modification was generally accepted. Thanks to his masterly researches, we now, without a shade of doubt, look upon alcohol and ether as water in which the radicle ethyl has been substituted for one and for two atoms of hydrogen, or — to use the more modern form of expression — as ethyl united with the water-fragment hydroxyl, and ethyl linked to ethyl by the intervention of oxygen. I will not remind the members of a Society to which these classical researches were first presented that, far from invalidating Liebig's ethyl-theory, they have brought that hypothesis to its last and finest development; but I will recall to memory the circumstance that to Liebig, Williamson owed the very agents he so successfully employed in the solution of this problem, viz., the Ethylates of Potassium and Sodium. Strangely enough, Liebig never published a special paper on this subject, and only incidentally, in the course of his controversy with Dumas, mentioned the formation, and described the composition and properties, of these important compounds. When we think of the immense services these substances have rendered in the development of organic chemistry, it is

but right that we should gratefully remember the chemist who supplied us with such powerful agents.

I must not linger too long over Liebig's researches on alcohol and ether, but I cannot forego the pleasure of alluding to his deep-rooted conviction of the truth of his conceptions, as displayed by him in the course of some remarks on his attempt to decompose ether with potassium. He says <sup>20</sup>): .

"I have no doubt that one day we shall succeed in isolating the radicle of ether, the hydrocarbon  $C_2H_5$ . Some experiments I have made upon the action of potassium on ether have failed to yield any decisive results. The metal becomes almost immediately coated with a film of oxide which prevents all further action; but the investigation of the behaviour of potassium with the chloride or iodide of the radicle will soon show how far these conceptions are founded on fact."

Were they founded on fact? Which of us does not know that Liebig's dream, though many years later, was realised by Frankland, who, using the very reactions which floated in Liebig's mind, succeeded in isolating the hydrocarbon radicle of alcohol and ether?

And here again, I hardly need remind the chemists in this assembly that the ethyl of Liebig's conception, and the ethyl we received from Frankland's hands, notwithstanding their identity of composition, are two essentially different things. But I will remind them that nearly half a century has elapsed since Liebig endowed science with this fruitful conception. Compare the chemistry of that already remote period with the chemistry of the present day. On the foundations then scarcely visible above the ground, a palatial edifice has been raised, with pinnacles and dome, and busy labourers have added vast wings, which were not in the plan of the original architects! Among the advances which the growth of chemistry evolved, there is, perhaps, not one more

momentous in its consequences than the development, to which I have already alluded, of molecular in antithesis to atomistic conceptions; and on no previous occasion, perhaps, did this antithesis more powerfully take hold of the mind of chemists than when Brodie, in a paper as remarkable for its brevity as for its sagacity, explained to the Chemical Society the difference between ethyl free and ethyl combined, between the molecule ethyl,  $C_2H_5.C_2H_5$ , and the fragment of that molecule, the group of atoms,  $C_2H_5$ , which, associated with other atomic groups, we assume in alcohol and its prolific progeny. And thus we may look upon it as a last, and by no means least remarkable outgrowth of Liebig's fertile mind, that his ethyl-theory, far from having, by the fact of isolated ethyl proving different from what he had anticipated, become irreconcilable with the evolution of modern ideas, has, on the contrary, supplied to chemists the most striking examples for their elucidation.

One more illustration, and we pass away from alcohol and ether. I remind you of an experiment which is familiar to every chemist in this room. The transparent liquid in this bottle, which rapidly sinks to the bottom of the test-glass containing water into which we pour it, is oxalic ether. On addition of ammonia this ether solidifies to a beautiful crystalline mass, which you all know to be Oxamide. The fact of a crystalline body being produced by the action of ammonia on oxalic ether had long been known. Oxamide had also been obtained from ammonium oxalate; but nobody suspected any connection between these two reactions, until Liebig studied the process and taught us the simplest and most elegant method of preparing amides, a method now successfully adopted in hundreds of other cases.

It is impossible to speak of Liebig's labours on alcohol and on ammonia without alluding to the wonderful foresight which enabled him by a process of reasoning, such as true

genius alone can evolve, to predict one of Wurtz's most beautiful discoveries.

"It is of some interest", says Liebig, in an article on Organic Bases<sup>21</sup>), "to become acquainted with a view conceived for the purpose of explaining the properties of the nitrogenous organic bases. There is satisfactory proof that the oxygen of these bases has no share in their alkaline properties; everything appears to indicate that these properties are dependent on their amount of nitrogen.

"This view is based upon the chemical behaviour of ammonia, which may be regarded as the type of all organic bases, being the one which has the simplest composition.

"The behaviour of ammonia with potassium, with mercuric chloride, and with certain organic acids, incontestably demonstrates that a portion of its hydrogen is replaceable by elements or compound bodies, playing the part of elements. Indeed, we know that potassium and sodium, when heated in ammonia gas, disengage therefrom 1 eq. of hydrogen, for which is substituted 1 eq. of potassium or sodium. These compounds, if amidogen be designated by the expression  $NH_2 = Ad$ , assume the following formulae:

Hydramide (Ammonia).	Potassamide.	Sodamide.
$H + Ad$	$K + Ad$	$Na + Ad$
. . . . .	. . . . .	. . . . .

"Now we know that amidogen is capable of replacing equivalent the oxygen of many organic acids, and we find that the new compounds thus produced have altogether lost the nature of acids, being indifferent in their chemical character."

"If the radicles of the oxalic and succinic acids which, when united with oxygen, give rise to acids, do, when in combination with amidogen, form bodies absolutely indifferent, the conclusion appears legitimate that amidogen by its union with compound radicles, which in their chemical activities stand nearer to itself, must generate substances, which, possessing the characters of ammonia, are organic bases."

“If in the oxides of methyl and ethyl, the oxides of two basic radicles, we were able to substitute 1 eq. of amidogen for oxygen, there cannot be the slightest doubt that we should obtain compounds perfectly similar in their behaviour to ammonia. Expressed in a formula, a compound  $C_2H_5 + NH_2 = E + Ad$ , must have basic properties.”

Everybody knows that more than ten years later, the substances thus forecast by Liebig's penetrating intellect, were actually produced. Methylamine and ethylamine were discovered by Wurtz, and found to possess all the properties which Liebig's fertile imagination had assigned to them.

I am almost afraid that this long enumeration of facts discovered or established by Liebig may have wearied you; I will therefore, with your permission, from the mass of valuable and interesting subjects which must remain unmentioned, select one only, and that but for a moment's notice, — Liebig's researches on the Formation of Acetic Acid.

That alcoholic liquids, when exposed to atmospheric air, are, under certain conditions, converted into vinegar, had long been a familiar fact, but the exact nature of this process of oxidation remained without explanation. Nor had the question been advanced by the researches of Doebereiner, whose varied experiments served rather to obscure than to elucidate the subject. No sooner, however, had Liebig's perspicacious sagacity devoted itself to the inquiry, than the clouds, so long overhanging the process, were instantaneously dispelled. Liebig showed that the oxidation takes place in two successive phases; the first consisting in the removal of hydrogen in the form of water, by which reaction Aldehyde is produced; the second, in the direct addition of oxygen to the aldehyde, which is thereby converted into Acetic Acid; and in his classical paper on the oxidation of alcohol, he has given an account of this

typical process of transformation, so lucid and exhaustive, that but scanty gleanings have remained for his successors. The important intermediate compound which, even to the present day, we call the aldehyde *par excellence*, was introduced to us by Liebig, who, at the same time, discovered another compound closely allied to aldehyde, and scarcely less interesting, viz., Acetal. It is certainly worthy of remark that the same hand which gave us the first of aromatic aldehydes, also presented us with its prototype in the fatty series. In the whole range of organic chemistry, it would be difficult to name a compound more interesting and important than aldehyde. Endowed with an extraordinary power of combination, — everybody knows that aldehyde, when poured from one vessel into another, is converted into acetic acid — exceedingly liable to intramolecular changes, when the opportunity of uniting with foreign matter is denied it — capable lastly of processes of condensation which enable the chemist to pass, as it were, by bounds, from one series into another — the aldehyde *par excellence* has, by this rare combination of properties, become an inexhaustible source of discovery, from which even the chemists of the present day frequently and largely draw. This is not the place even to indicate the numerous researches of which aldehyde, at various times, and more especially of late, has been the subject; but I will at all events allude to the share of the harvest which has fallen to Liebig's lot. Metaldehyde, — of which there is a specimen upon the lecture-table, such as few chemists probably have seen, — was discovered by Liebig, who thus supplied an early and most striking illustration of polymerism. He also observed the still enigmatical power which aldehyde possesses of causing cyanogen to fix the elements of water, and to become rapidly converted into oxamide. Aldehyde was a favourite subject of Liebig's research, to which he returned on

various occasions, either alone or in association with others. With Wöhler, he examined the action of cyanic acid upon aldehyde, which gives rise to the formation of that remarkable body, Trigenic acid, the investigation of which deserves to be taken up again. Another splendid reward of their experiments was the discovery of Thialdine, a typical base containing nitrogen and sulphur, which is deposited in large well-formed crystals when sulphuretted hydrogen is passed into aldehyde-ammonia. Also Carbothialdine, the crystalline product of the reaction of bisulphide of carbon upon aldehyde-ammonia, which Liebig discovered and studied in conjunction with his friend and pupil Redtenbacher, deserves to be noticed. Nor should I, in conclusion, forget to mention that it was while studying aldehyde, that Liebig first observed the mirror-like deposition of silver from its solutions. The flask before me contains a slightly ammoniacal solution of silver. Let us have a last experiment. On pouring into this solution a few drops of aldehyde, and gently warming the liquid, the vessel, as you observe, instantaneously becomes coated with a lustrous film of silver, reflecting objects far more perfectly than a mercurial mirror. The process is marked with the simplicity which characterises so much of Liebig's work. It forms the starting point of the manufacture of silver mirrors already spoken of in an earlier part of this lecture: an industry to the further development of which Liebig largely contributed by his subsequent researches on the subject.

I fear, Ladies and Gentlemen, that your attention must be well nigh exhausted by the overwhelming mass of matter I have had to compress into the narrow compass of this lecture; and yet I feel how very imperfectly I have done justice to my subject, and how very meagre and fragmentary has been the outline of Liebig's voluminous life-work which I have been able to present to you. That an endless variety

of miscellaneous observations; that the long list of bodies the composition of which he determined whilst elaborating his method of organic analysis; that the plant-ash analyses which, during his chemico-agricultural researches, were made either by himself or under his immediate guidance; that the numerous elegant processes he gave for preparing substances; that his technical and domestic preparations — his plan for making unfermented bread, for instance; that the various methods with which he enriched mineral analysis; that the several analytical processes which he supplied to physiologists and medical men; that his analyses of nearly all the more important mineral waters of Germany: in one word, that his minor contributions to chemistry could not have found a place in this sketch, is self-evident. But any one who has made himself acquainted with the glorious career of Liebig must be aware that whole branches of his far-reaching activity have been altogether left unnoticed. I have scarcely alluded to his searching and frequently resumed inquiry into the nature of the organic alkaloids, a field of research, on which he occasionally broke a lance with Regnault, then working on the same subject; but I may remind you that many of the formulæ of the alkaloids now-a-days adopted, are based on Liebig's determinations. Nor has that remarkable series of chemico-physical experiments been mentioned, which suggested itself to Liebig, whilst he was engaged with his researches in animal chemistry. The results of these experiments relating to diffusion, and endosmosis, and exosmosis and to like phenomena playing an important part in the motion of the juices of the animal organism, are published in a separate pamphlet<sup>22</sup>). Again, I have not even noticed a field of inquiry which Liebig cultivated with never-ceasing predilection, many of his researches on collateral subjects very naturally converging thereto. I am speaking of his study of those grand processes of transformation, by which

matter circulating in the animal and vegetal kingdoms, is continually returning to the world's mineral stores. On more than one occasion he developed the peculiar views he had formed of fermentation, putrefaction and decay, a subject to which was devoted even the last paper he ever wrote, an elaborate memoir on fermentation, and on the source of muscular power. We cannot indeed flatter ourselves with having yet arrived at the final solution of these great questions; and it will suffice here to remind you that Liebig was a staunch opponent of those by whom the lower forms of vegetal and animal life are considered to be the cause of these processes, and whom he facetiously compared to the man who imagined the Rhine to be driven by the row of watermills which he saw across the river near Mayence. And to mention yet one more field of Liebig's life-long labours, which, did time permit, it would be most interesting to survey, let me remind you of his long-continued activity as an experimental critic. The brief sketch, which, in a previous part of this lecture, I have endeavoured to give you of his contest with Gerhardt and Laurent, may have served to impress you with his controversial style; but it does not convey to you the remotest idea of the influence which he exercised by reviewing the researches of others, — by submitting them, regardless of anything except the interest of truth, to the crucial test of experiment, sometimes confirming, sometimes refuting them, but at all times throwing new and unexpected light upon the subjects under discussion.

In the preceding sketch, devoted more especially to Liebig's experimental labours, I have naturally omitted to allude to his purely literary achievements. Of an essentially different kind, this work is not less comprehensive, and scarcely less influential than the former. Every chemist knows the celebrated periodical, "Die Annalen", founded

by Liebig in early life (1832), and published in later years, for a very considerable period, in conjunction with his friends Friedrich Wöhler and Hermann Kopp. Of this invaluable collection, no less than 165 volumes had appeared at the time of Liebig's death; and there is no journal which more faithfully and more thoroughly represents the progress of chemical discovery during the last half century. For generations of chemists it has been an object of ambition to become contributor to its volumes: they contain all the researches carried on subsequently to 1832, either by Liebig himself, or by the pupils of the Giessen school. The present editors have, therefore, both gratefully and wisely decided to retain the auspicious appellation, "Liebig's Annalen" on the title-page of the journal.

Another grand literary work, undertaken jointly with his friends Poggendorff and Wöhler, was the publication of the "Dictionary of Pure and Applied Chemistry<sup>23</sup>", the first part of which appeared in 1836, and which, after many interruptions, was completed in 1856. For years this work has been one of the principal sources of chemical information. The new dictionary of chemistry which, under the auspices of Professor v. Fehling, has just been started by the celebrated German publishers, Friedrich Vieweg and Son in Brunswick, is founded on the work of Liebig.

Following closely upon the first volume of the Dictionary appeared the "Handbook of Organic Chemistry<sup>24</sup>". The origin of this book was a peculiar one. Philipp Lorenz Geiger, the author of a once celebrated work on Pharmacy, and one of Liebig's early scientific friends, had died in 1836. In the interest of the widow, Liebig generously undertook to revise the chemical part of Geiger's Pharmacy, when a new edition was wanted. But the strides which chemistry had made in the comparatively short time since the last edition had appeared, were such that Liebig

very soon gave up the idea of simply improving the work of his late friend. He began to re-write the book, and indeed the volume on Organic Chemistry is entirely an original work. Now that more than thirty years have elapsed since its publication — thirty years of wondrously active progress in organic chemistry — we cannot but admit that what had previously been a mass of incoherent knowledge, assumes in Liebig's work, for the first time, the form of a finely articulated science. For thousands, not only in Germany, but in all other countries, has it been the guiding thread of Ariadne. Immediately after its appearance, a French translation of it was published by Gerhardt; into English it was translated by Gregory, and published as the part on organic chemistry of the later editions of Turner's celebrated work.

The death of Berzelius, in 1848, involved Liebig in another literary undertaking of considerable magnitude. One of the means by which the illustrious Swede had exerted his powerful influence had been by his "Annual Report on the progress of Chemical Science". For many years these annual reports translated into German by Wöhler, had become, for all investigators, a kind of central source of information, the publication of which was eagerly looked forward to. When Berzelius died, public opinion among chemists, with rare unanimity, designated Liebig as the man to continue the work. It was not without hesitation that he accepted the task: the difficulties of which, from the ever-increasing expansion of the field of inquiry, he clearly foresaw were to augment with every year. Nor did he consent single-handed to take the field. It was not until he had secured the cooperation of his friend Hermann Kopp, the author of the classical "History of Chemistry", then Professor of Chemical Physics in the University of Giessen, that the new Report was started. And since the work was by no means to be

devoted exclusively to chemistry proper in its several ramifications, but was to embrace also the progress of the collateral sciences, physics, mineralogy, geology, and technology, the two editors induced several other teachers in the University of Giessen — H. Buff, the physicist, E. Dieffenbach, the geologist, C. Ettlting, the chemist and mineralogist, F. Knapp, the technologist, H. Will, the chemist, and F. Zamminer, the physicist — to join their labours, and thus, *viribus unitis*, was inaugurated in 1849 that magnificent series of Reports<sup>25</sup>), which, although the editors have changed more than once<sup>26</sup>), has continued for upwards of a quarter of a century to supply a record of chemical discovery, such as no other language can boast of. With the observations of a legion of investigators, scattered through a hundred journals, in five or six languages, half the time of the inquirer would, but for a work like this series of Reports, be lost in searching all literature for the information extant on the subject of his investigation. Indeed, every experimenter must feel the debt of gratitude which, for help received even before the commencement of his labours, he thus owes to Liebig.

Of Liebig's great works on agricultural and physiological chemistry embodying, as they do, his most important experimental inquiries, I have already had to speak; but I must not conclude this enumeration of his literary achievements, without alluding to one of his noblest productions, from which, more than once in the course of this lecture, I have had an opportunity of quoting. I mean his "Familiar Letters on Chemistry<sup>27</sup>)". They are a charming illustration of a truly popular work on Chemistry. The book is translated into all modern languages. The English edition Liebig dedicated to the late Sir James Clark, for whom he, like so many others, entertained the highest esteem and the warmest friendship. Few works of a similar character have had a circulation, and exercised an influence, like these fami-

liar letters, from which accurate chemical notions and a sound appreciation of natural phenomena have penetrated into all classes of society. To the student of Liebig's works, these letters present a double interest, impressing him, as they do, with their seductive elegance of language, their lucidity of composition, and their cogent power of reasoning, and affording him, at the same time, an opportunity of surveying at a glance, as it were, the whole field over which Liebig's active mind has ranged. In these letters, which for the most part first appeared in the well-known South German newspaper, the "Augsburger Allgemeine Zeitung", Liebig used to give from time to time the results of such of his experimental inquiries or philosophic meditations as could be rendered accessible to the general reader; and thus we find him treating in them all the various subjects which in succession engrossed his attention; they contain essays on the philosophy of chemistry, on experimental science, on the results of his chemical investigations in agriculture and animal physiology, on industrial chemistry, &c., in a word, on all topics of scientific interest, which casual circumstances, such as the perusal of an interesting book, an animated conversation, a stirring event of life, might happen to suggest. Thus the admirable letter<sup>23</sup>) on the spontaneous combustion of the animal body, — exploding for ever the notions floating in the heads of medical men and lawyers but a comparatively short time ago, — was occasioned by a *cause célèbre*, the murder of the Countess of Görnitz in Darmstadt, by her man servant, at whose trial Liebig appeared as a scientific witness for the prosecution, and whose conviction was essentially promoted by the irresistible scientific evidence that he adduced. The letters were first published in a collected form in 1844; since which time the work has gone through many enlarged and revised editions.

To complete the list of Liebig's publications, it is necessary to refer to a large number of controversial pamphlets, chiefly on agricultural subjects; to a variety of popular lectures; and to a long series of essays and of academical discourses which, in his capacity of President, he addressed to the Bavarian Academy. Amongst the polemical papers, his long controversy with J. B. Lawes and J. H. Gilbert is best known in this country, on account of the eminent position of his opponents among English agricultural chemists. Liebig has defended his views on the question at issue in a special pamphlet<sup>29</sup>). Among his essays, two very important papers, "On the state of chemistry in Austria" (1838), and "On the study of the natural sciences, and on the state of chemistry in Prussia" (1840), must be singled out; since they have exercised a most powerful influence on the development of chemical education in those two countries — the Governments of which they impressed with the necessity of providing ample funds for the foundation and endowment of institutions for instruction in experimental science. Lastly, among his academical speeches, as having particular interest for English readers, his discourse "Francis Bacon of Vernham, and the History of the Natural Sciences" may be specially quoted. These essays, lectures, and discourses, together with various papers on subjects of general interest, were collected by Liebig's son-in-law, Professor M. Carriere, of Munich, who in 1874 published them in a separate volume<sup>30</sup>).

I cannot presume to suppose that in these cursory sketches of Liebig's scientific, and more especially of his experimental, labours, I have conveyed to the chemical part of my audience any fact not known to them before. We were none of us less familiar with our combustion tube than with our balance, with our five-bulb apparatus than with our thermometer. The substances of Liebig's discovery, that we have

passed in review, are among those which are of most frequent use in the laboratory. The course which the chemical student follows in performing his mineral analysis is Liebig's. The reactions he taught us are those most commonly employed in our researches. His works on agricultural and animal chemistry are in everybody's hands. His "Familiar Letters on Chemistry", who has not read? You will charge me, I fear, with teaching grown-up men the first letters of their alphabet. I do not deny the imputation. The fault, if it be one, so far from weakening, does much to strengthen my case. We could not more eloquently bear witness to the influence Justus von Liebig has exercised upon the progress of our cherished science, than by frankly acknowledging that his teachings have become familiar to us as "household words".

Thus far, Ladies and Gentlemen, I have endeavoured to sketch to you Liebig the philosopher, the chemist; can I part from you without alluding to Liebig the man? Had I the power of delineating to you his character as it lives in my grateful memory, you would agree with me that our respect and admiration are by no means due to him exclusively for his scientific achievements. Among the many noble lessons that his great life teaches, we may learn that a generous heart, perpetually solicitous for the good of mankind, is as necessary to the true philosopher (in the highest sense of that comprehensive term) as a penetrating intellect; and that our anxiety to discover abstract laws should never be dissociated, in our hearts and minds, from an anxiety, as searching and intense, to find for these grand laws special applications conducive to the well-being of our race.

The leading feature of Liebig's character was his incorruptible love of truth, repudiating untruth, even in jest; indeed, he well deserves the praise which Cornelius Nepos bestowed upon Epaminondas — *adeo veritatis diligens*

*ut ne joco quidem mentiretur.* This veracity is strikingly manifested by the readiness with which he gave up the opinions he at one time believed to be correct, but subsequently recognised to be erroneous. And it was without reluctance that he thus abandoned ideas once cherished and even vigorously advocated; for to persist in views no longer tenable, simply because he once conceived them, appeared to him a melancholy proof of incapacity for progress. He admitted with perfect candour any errors into which he might have fallen; "there is no harm in a man's committing mistakes", he used to say, "but great harm, indeed, in his committing none, for he is sure not to have worked". And characteristic is the eagerness, I had almost said anxiety, with which he endeavoured to correct mistakes once recognised. "An error you have become cognisant of", he once said to me, "do not keep in your house from night till morning".

It would be strange if a man of such disposition should have borne ill-will to those who pointed out or corrected his mistakes. On the contrary, it was a noble endowment of Liebig's generous nature that he welcomed, in the interest of truth, what to most men would have appeared an annoyance. Let me give you a case or two in point.

I mentioned in a former part of this lecture that the expressions originally adopted by Liebig for chloral and chloroform were erroneous; and that we are indebted to Dumas for the formulæ of these important compounds, which are now generally admitted.

How did their discoverer receive this emendation of his results? Listen to what he said himself on the subject, when, at a later period, in a scientific dispute with another, he wished to impress his antagonist with his views regarding experimental controversy.

"As an excellent illustration of the manner in which errors should be corrected", Liebig<sup>31</sup>) says, "the investigation of chlo-

ral by Dumas may fitly be adduced. It carried conviction to myself and, I think, to everybody else, not by the copious number of analytical data opposed to the not less numerous results which I had published, but because these data gave a simpler explanation, both of the formation and of the changes of the substances in question. To analytical data alone, no one — and Dumas least of all — would have attached the slightest importance.”

Even more striking, perhaps, because of the much more important question at issue, is the example of ready submission to correction, which he gave in the early stages of his agricultural inquiries. It is well known that his first mineral manure, which was manufactured, in 1845, according to indications he considered as the practical embodiment of his theoretical researches, and which was to present to the farmer “the elements of the ashes of the plants to be grown”, proved an utter failure. The cause of his failure has long become obvious. Liebig, fearing that the soluble alkaline constituents of his manure might be washed away by the rain-water percolating through the soil, had endeavoured to render these constituents less soluble, by submitting his fertilizing compound to incipient fusion in a reverberatory furnace. This fear, very legitimate according to the knowledge of the time, was soon recognised to be without foundation. Only a few years later (from 1850 to 1855), John Thomas Way discovered the absorptive power of soils, which enables them to withdraw the plant-food from its aqueous solution, as it percolates the earth. Liebig at once perceived and acknowledged the immense importance of this discovery, although it required him to modify, in some of its essential features, the theory of plant-nutrition he had originally advocated. By numerous experiments of his own he confirmed and amplified Way’s observation, which, indeed, acquired its full development only after Liebig had pointed out the grand part which the absorptive power of soils has to play in the economy of nature.

If, notwithstanding this marked readiness to accept correction whencesoever it might come, we find Liebig almost continually engaged in scientific warfare, the source of this warfare is, after all, the same love of truth. Any opinion he considered to be true, he would support and defend with an ardour little short of passion; and woe to adversaries who should avail themselves of disingenuous artifices, or irritate him by unjustifiable subterfuges; he would flame up in sudden zeal, and — who could deny it? — occasionally overshoot his mark; but then, even in the next moment, his better judgment returned, and, bent on reconciliation, he was ready to bring the contest to an amicable conclusion. And, the dispute once settled, all angry feeling, which the excitement of the strife might for a moment have created, seemed utterly sunk into oblivion. Indeed I shall never forget the glowing delight with which Gerhardt described to me the friendly reception he met with at Liebig's hands, when, some time after the fierce collision to which I have referred, he visited him at Munich. And here, perhaps, I may also fitly recall the noble sentiments which Liebig uttered when, immediately after our late war with France, at a time when the waves of irritation were still running high, he addressed the Bavarian Academy. Although, of all German chemists, the one who had been most frequently in dispute with our French colleagues, he was, nevertheless, the first to hold out the hand of reconciliation, the readiest to soothe the hostile feelings of the moment by an appeal to the glorious traditions of the past.

“This is, perhaps, a fit opportunity”, said Liebig<sup>32</sup>), “of declaring, on the part of our Academy, that a hatred of race (*Stammeshass*) between the German and the Latin nations does not exist.

“We look on the heavy affliction which in former times the French nation has caused to Germany as on an illness, the pains of which are utterly forgotten with the return of health.

"The peculiar nature of the German, his knowledge of languages, his appreciation of other nationalities, compel him to do justice to foreigners, so much so as occasionally to become unjust to himself; and thus we cannot possibly underrate the debt of gratitude we owe to the great philosophers, mathematicians, and men of science of France, who, in so many departments, have been our masters and exemplars.

"When, 48 years ago, I went to Paris for the purpose of studying chemistry, I was fortunate enough to gain, by an accidental circumstance, the attention of Alexander von Humboldt, whose recommendation induced Gay-Lussac, one of the greatest chemists and physicists of his time, to honour me, a youth of twenty, by proposing that we should carry on and complete together an inquiry on which I had already entered. He received me into his private laboratory as a pupil and fellow-worker, an event which has shaped the course of my life.

"Never, indeed, shall I forget the kindness which the German student met with at the hands of Arago, Dulong, and Thenard; and how many of my German countrymen, medical men, physicists, and orientalists could I name, who, like myself, remember with gratitude the active support in the attainment of their scientific aims, which was liberally accorded to them by the French savants!

"Warm sympathy for all that is noble and great, and disinterested hospitality, are among the finest features of the French character. It will be on the neutral ground of science that the best minds of the two nations must meet in endeavouring to reach the high goal common to both, that these sentiments will be kindled again into life and activity; and thus the feeling of fraternity in science, which can never be entirely extinguished, will gradually contribute to mitigate the bitterness with which the deeply wounded national pride of the French is filled by the consequences of the war they have forced upon us."

In speaking of Liebig's character, it is delightful to remember the absence of anything like personal vanity. Few scientific men, probably, have been equally loaded — I might almost say overwhelmed — with honours. Scarcely

an academy or learned society that did not consider it an honourable duty to elect him a member long before he had reached middle life. The highest scientific distinctions which England, France, and Germany can bestow, the Copley medal, the Foreign Associateship of the French Institute, the order *pour le mérite*, were in his possession. Thankfully as he had accepted these honours, they had so little changed the simplicity of his character that many of his intimate friends were ignorant of his having received them. His feelings as to such outward tokens of approbation are well expressed in a letter addressed to his friend, Thomas Graham, on the occasion of his receiving from this country a gift of honour, which he highly appreciated. When, in 1852, Liebig left his professorship in Giessen for the purpose of accepting an academical position in Munich, his friends in England associated, under the auspices of Thomas Graham, in order to present him with a mark of recognition.

The correspondence between Graham and Liebig, to which the presentation of this testimonial gave rise, deserves for more than one reason to be remembered, since it reflects honour on both men. In his capacity as Chairman of the General Committee, Graham accompanied the transmission of the testimonial with the following letter: —

“Sir,

*London, July, 1854.*

“Your retirement from the Chair of Chemistry, in the University of Giessen, has appeared to many in this country a fitting occasion for the public acknowledgment of your eminent scientific services. Accordingly a numerous body of your friends and admirers have united to present to you a Testimonial, commemorative of their profound and unalterable regard. In the list of subscribers hereto annexed, you will recognise, with those of your pupils and personal friends, the names of many other gentlemen eminent in science, in social position, and in the practical arts of life, who were anxious to join in this just tribute to your merit.

"In presenting to you this Testimonial. the subscribers desire to express their sense of the benefits which your genius and labours have conferred upon mankind, in adding to the world's stock of positive knowledge. These benefits are limited to no one people or time; but it is felt that Englishmen may, with propriety, take the lead upon this occasion, as the impulse which you have given to Chemical Science has been experienced especially in England. More students from this country than from any other land beyond the bounds of Germany, have worked in the Laboratory of Giessen, and have derived incalculable benefit from the instruction there imparted, and from the noble example there presented to them of an elevated philosophical and scientific life. In England, also, have the applications which you have made of Chemical Science to the cultivation of the soil been peculiarly appreciated and adopted. Your discoveries in practical agriculture have enriched the land, and with you originated the method of scientific inquiry which is here pursued on an extended scale by numerous investigators, and which is rapidly changing the features of the most ancient and important of human arts.

"We earnestly hope that your life, which has been devoted to the highest aims to which man can aspire, may be prolonged to many years of happiness and honour.

"Signed on behalf of the subscribers,

Thomas Graham,  
*Chairman of the General Committee.*"

To Baron Liebig.

Liebig replied: —

"Sir,

*Munich, July 20, 1854.*

"The man of Science generally knows of no other reward for the time he has devoted to the discovery of truth and to the investigation of the laws of Nature's powers, than the mental satisfaction which springs from the consciousness of having, to the best of his ability contributed his part towards the advancement of human happiness and human welfare; for toils like his, attended as they are with so many difficulties and sacrifices,

and with such mental effort and fatigue, cannot be priced in the market or sold, — cannot be performed to order, or turned into money. If he has been fortunate enough to have gained by his successes the acknowledgment and esteem of his contemporaries, he has obtained the highest object of his ambition.

“If I have laboured for the period of almost a human life, in promoting the progress of Chemistry, and in making its principles subservient and useful to other branches of knowledge, more especially to the industrial Arts and to Agriculture, I gratefully acknowledge that I have received in return all that a man could justly aim at. My satisfaction in this respect is not a little enhanced, when I look back to the number of zealous and able men in whose education I have been enabled to assist, and who are now occupying, in various countries, a distinguished position in the front rank of science, and are, with splendid success, cultivating and extending her domain, — teaching, diffusing, and successfully applying those principles of investigation which constitute the true foundations of scientific progress. It is with pride that I am able to add that, in these, my former pupils, I have gained an equal number of warm friends, who, I am sure, look back with pleasure to the time when we combined our powers in one common aim and effort.

“And now, in addition to all that a benevolent destiny had already granted me in measure above many, I receive from my friends in England, in this gift of friendship, in this testimonial of honour, a token and a proof of their recognition and approbation of my labours.

“When I reflect that whatever of good a man accomplishes, flows from an inner impulse of which he is often but imperfectly conscious, and that a higher power has a part in all his labours of usefulness, — giving to them their life-germ and their capacity of growth, I must own that, in receiving this noble Present, I am blessed far beyond my deserts.

“I feel myself in the highest degree honoured and most deeply touched by this substantial and permanent expression of the kind feelings of my friends in England. Convey to them all my best and warmest thanks. This Gift of Honour possesses

for me inestimable value, and will remain a lasting memorial in my family.

Dr. Justus von Liebig”.

To Thomas Graham, Esq.,

*Chairman of the General Committee.*

One of the last paragraphs of Liebig's letter is particularly interesting, touching, as it does, on subjects regarding which the views of so profound a thinker can be indifferent to no one. It is only from passages scattered throughout his writings, that it is possible to infer the position held by Liebig towards the grand enigmas, the solution of which, vainly aimed at by generations past, will equally baffle the curiosity of generations to come. But rarely did Liebig unfold the ideas he had formed of God and immortality. With regard to the latter, more especially, he seemed to hold the opinion of Goethe, who thought that the best mode of preparing for the life to come was to do well the business of this <sup>33</sup>). The concluding passage of his letter to Graham, however, shows distinctly how deeply he was convinced of a supreme power regulating the affairs of this world.

More at length, though perhaps not more explicitly, he has expressed his views in his *Familiar Letters on Chemistry* <sup>34</sup>):

“Were a chemist to submit a house to analysis, he would state its composition scientifically to consist of silicium, oxygen, aluminium, calcium and of a certain quantity of iron, lead, copper, carbon, and the elements of water. But this would not convey the most distant idea of the construction of a house. The calcium, carbon, and oxygen of the mortar; the silicium, aluminium, and oxygen of the bricks; the carbon, hydrogen, and oxygen of the wood, do not play the part of elements in the structure, but they are present in the form of mortar and stone in the walls, as glass in the windows, as wood in the tables and seats. It is only when combined in the form of wood, stone, glass, &c., that these elements contribute to the construction of the house.

“If any one assured us that the palace of the king, with its entire internal arrangement of statues and pictures, started into existence by an accidental effort of a natural force, which caused the elements to group themselves into the form of a house, — because the mortar of the building is a chemical compound of carbonic acid and lime, which any novice in chemistry can prepare, — because the stones and glass consist of silicium, aluminium, calcium, potassium, and oxygen, united by chemical affinity, and indebted to the force of cohesion for their solidity, — because, therefore, chemical and physical forces play a part in the construction of the house, — we should meet such an assertion with a smile of contempt, for we know how a house is made. Its outer form, its inner arrangement of rooms, &c., proceed from the architect. He constructs the actual house after the plan of an ideal house which exists in his own mind. He realises the ideal creation of his own mind in the building by forces which are produced in the organism of man, and which impress into the service of this ideal creation the chemical and physical forces from which the building material has received its properties. Everywhere the existence of a house presupposes the ideal perception of the house in the mind of some one who is its builder or cause, which sets other forces in action in certain directions, or in a certain form, in order to gain the object in view.”

In the preceding sketch I have given you some glimpses of Liebig's character, so far as it is reflected in his writings and in his demeanour towards scientific contemporaries. I need scarcely add that the same nobility of thought and generosity of feeling which mark the various stages of his scientific career are also manifested — how could it have been otherwise? — in all the relations of every-day life. Every word, every gesture, was the expression of affability and kindness, although a measured dignity would keep at a distance the profane. In his intercourse with intimate friends he displayed a cordial simplicity irresistibly captivating; towards his pupils — notwithstanding the dignified composure of his deportment — an affectionate kindness, encouraging

even the most timid beginner, and assuming towards the assiduous worker the form of a helpful sympathy which shrunk from no sacrifice, and lasted far beyond the period of personal intercourse.

Nor is it only by friends and pupils, or by those whom he was wont to meet in society or in the transactions of ordinary life, that the countless manifestations of genuine interest, of ever-ready counsel, of active support, are thankfully remembered. It was impossible to come even into casual contact with him without being deeply impressed by the generous disposition which prompted him to help where help was wanting, alike whether the seeker were friend or stranger.

Although Time's creeping hand upon the dial warns me not to venture into detail, I bear in memory a little incident so charmingly illustrative of Liebig's genuine goodness of heart, that I am tempted, if your permission be given, to relate to you this characteristic anecdote.

Many years ago (in 1853), Liebig was making an excursion among the mountains of the Tyrol; and I and two others of his friends had the happiness of being his companions on the tour.

In the course of our rambles one morning we overtook an old soldier who was travelling slowly along the road, much wasted by fatigue and obviously enfeebled by disease. As we came up with him he accosted us with a piteous tale, and humbly implored our aid. Following Liebig's example, whose purse on such occasions was ever as freely open as his heart, we made up among us a little stock of florins, which the poor man evidently regarded as a small fortune dropped by Providence into his hand; then pushing forward, we soon left him behind, and in half-an-hour's time reached a village inn at which we agreed to rest ourselves and dine.

While thus engaged, we observed our poor wayfarer also enter the inn. It pleased us to reflect that, for this

once, at all events, he had the means of procuring a comfortable meal; and, having finished our own, we resolved to take a short *siesta* before setting out again on our journey. After some half-an-hour's doze, I awoke and found two of my companions fast asleep in their chairs, whilst Liebig, to my surprise, had disappeared. I immediately got up, and, proceeding to the bar, inquired of the innkeeper where our friend, the elderly spare man of our party, had gone. The landlord replied that the gentleman had been inquiring, a little while ago, for a pharmacy, and that, upon learning that there was none in the village, nor any nearer than in the next village over the hill, he had set out on foot in that direction. Not without some little anxiety at the temporary dispersion of our party, I at once proceeded on the road which Liebig had taken. After a short walk, I observed his figure on the brow of the hill, and hurried forward to meet him, impatient to learn the object of his solitary promenade. He answered me simply, that he had perceived in our poor soldier symptoms of low fever, such as quinine was certain to cure, and that he had been over to the nearest pharmacy to get some of this remedy. On his arrival, he added, the apothecary chanced to be absent; but his wife had given him (Liebig) the free run of the bottles, with permission to select therefrom any article he might desire, paying, at his own price, for whatever he might take. He went on to tell me that, fortunately, he had discovered the quinine bottle, and made up, with a portion of its contents, a boxful of powders, sufficient, he hoped, for our wanderer's perfect cure. After another half-hour's walk, the powders were delivered to the soldier, with instructions how often they were to be taken. Not a word was said of the long walk they had cost the kindly donor. After receiving the poor man's expressions of gratitude, and promise to obey the instructions given him, we immediately resumed our journey,

and I observed, that though Liebig had been toiling over the hills while we slept, he was not, during the remainder of our walk, the least cheerful and buoyant of the party.

This is but one of many touching pictures I could give of this great man's noble simplicity of character and genuine self-sacrificing kindness. We lads had given the poor sufferer our coin a-piece, and then had gone to sleep, considering our duty done. The master had noted the wayfarer's illness, and resolved on striking at the root of his distress; to which humane end he had generously sacrificed his own much-needed hour of repose.

Is it to be wondered at if we, his former pupils and ever-devoted friends, in admiring the chemist also loved the man?

And here, Ladies and Gentlemen, I may fitly bring my discourse to a conclusion by again pronouncing the great name which, in accordance with the nature and occasion of this lecture, I have had, on its very threshold, to invoke. In this theatre, hallowed as it is by the memory of Faraday's genial presence, how could I speak of Liebig's generous character, of his benevolence, of his kindness, of his simplicity of life, without reminding you in how high a degree these eminent moral qualities adorned also the character of Faraday? In contemplating the life-long work and conduct of these two great contemporaries, our admiration for both is at first naturally called forth by the marvellous capacities of their commanding intellects, soaring, each in its special sphere, far beyond contemporary effort, and resembling one another in the extent of their penetrating and inventive power. Pursuing the comparison, we are finally struck with the profound resemblance of the two great discoverers in all the highest, purest, and most beneficent qualities which can adorn and dignify the human heart — in their never leaving unassuaged any form of human want or

suffering it was within their power to relieve, and never, even in the zenith of their world-wide celebrity, wearing their high honours with undue pride, but being always ready, with child-like kindness and simplicity, to welcome and enlighten the youngest and humblest inquirer in the mysteries of philosophic truth.

Of Faraday's generous disposition in this respect, I am favoured by the kindness of Mr. F. O. Ward, with the means of laying before you a touching example.

My friend, anxious as he expresses himself, to contribute a little mite of his own towards our affectionate commemoration of Faraday's goodness of heart, has handed me an autograph letter dated June 16, 1834, and addressed by Faraday to him, then a lad in his teens, studying science at King's College, London. This lad, like many others of his age, had indulged in a day-dream about the nature of matter, the shape of atoms, and the probable relation of their form to their respective chemical properties. With boyish pride (I am quoting my friend's own recital of the anecdote), the young philosopher is eager to bring this visionary intellectual voyage before the greatest scientific authority of the age, and probably not less confident than solicitous of obtaining the master's approval for this, his first young venture on the darksome sea of the unknown. Accordingly, with the audacity belonging to this period of life, though wholly a stranger to Faraday, and not even supplied with a letter of introduction to him, he forwards to this Institution, then Faraday's home, the statement of his wanderings in philosophic dream-land, with a request for Faraday's opinion of the theory propounded, and his advice as to whether it would be worth the writer's while to test its value by experiment. Nine men of genius out of ten, my friend very truly remarks, in the maturity of their mental powers, and overwhelmed, as Faraday then was by the instant pressure

of work on hand, and continued meditation on new experiments and prospective discoveries, would probably have consigned this application to the waste-paper basket. The tenth, perhaps, willing to discharge, at any rate, the claims of courtesy, might possibly have paid off the childish applicant with a few lines of cheap flattery in reply, or advised a round of elementary experiments as ballast for his next sea venture, and so, at small cost, satisfied conscience. How does Faraday treat his boyish correspondent? I hold in my hand the reply which the world-famed philosopher is at the trouble to write to the unknown youth, who, an unIntroduced stranger, has addressed him. It is the original paper, and no copy, that I hold up before you; those near me, you observe, recognise his handwriting at a glance, and I will read you the words, as they flowed from Faraday's pen: —

*Royal Institution,*

*16th June, 1834.*

“Sir,

“I have no hesitation in advising you to experiment in support of your views, because, whether you confirm or confute them, good must come from your exertions.

“With regard to the views themselves, I can say nothing about them, except that they are useful in exciting the mind to inquiry. A very brief consideration of the progress of experimental philosophy will show you that it is a great disturber of pre-formed theories.

“I have thought long and closely about the theories of attraction and of particles and atoms of matter, and the more I think (in association with experiment) the less distinct does my idea of an atom or particle of matter become.

I am, Sir,

Your very obedient servant,

M. Faraday.”

I have not a word of comment to offer on this noble letter of the master philosopher of the age to the boy whose young mind solicited his aid.

My task, I feel, is now complete: so far, at least, as the narrow limits of my time and of my abilities have enabled me to make it so.

Entrusted by your kind confidence with the duty of bringing to you my country's aid on this occasion, and naturally choosing for my theme the work of Germany's greatest chemist, Liebig, I have but rarely, and, so to speak, incidentally been able to approach the subject of this evening's commemoration — Faraday. Nevertheless, more than one opportunity has presented itself of comparing, at intervals, the grandeur manifested alike in the noble natures, moral and intellectual, of these two ornaments of our day and generation; and I indulge the hope that, although it has been my task to lay before you the comprehensive life-work of the German chemist, the true object of this evening's meeting, — the celebration of the memory of the British physicist — has never been lost sight of. We have contemplated, if I may use this expression, in the portrait of the one the features of the other, and we separate with the unalterable conviction that, in whatever country of the world, in whatever epoch of futurity, mankind shall seek for models of a pure and noble human existence, no two exemplars will in any age stand forth more dignified by their intellectual work, more conspicuous for their moral beauty, than those whose names we have been commemorating this day — Michael Faraday — Justus Liebig.

---

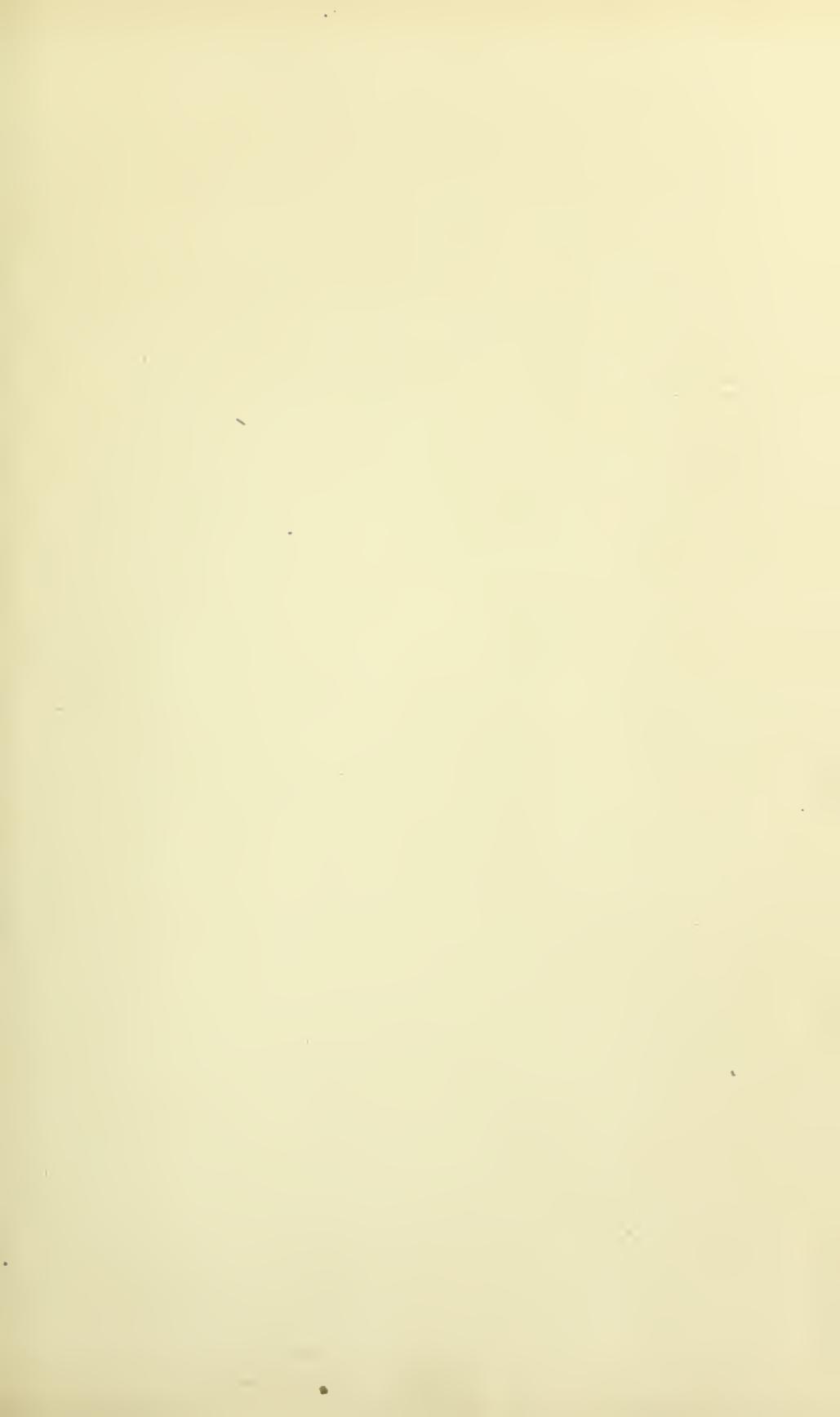
## Notes, literary and general.

- S. 206. 1) *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, von Justus Liebig, Professor der Chemie an der Universität Giessen. Braunschweig 1840.* „Chemistry in its Applications to Agriculture and Physiology“. By Justus Liebig, M. D., Ph. D., F. R. S., M. R., J. A., Professor of Chemistry in the University of Giessen. Edited from the manuscript of the Author, by Lyon Plaifair, Ph. D. London 1840. — 2) *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, von Justus Liebig. 1. Theil: Der chemische Process der Ernährung der Vegetabilien. 2. Theil: Naturgesetze des Feldbau's. Braunschweig 1862.* The English edition of Part II. is entitled, „The Natural Laws of Husbandry“, by Justus von Liebig. Edited by John Blyth, M. D., Professor of Chemistry in Queen's College, Cork. London 1865.
- S. 207. 3) *Die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie, von Justus Liebig. Braunschweig 1842.* „Animal Chemistry, or Chemistry in its Applications to Physiology and Pathology.“ By Justus Liebig. Edited from the Author's manuscript, by William Gregory, M. D., F. R. S. London 1842.
- S. 214. 4) *Ueber die Verwandlung der Kräfte. Sammlung wissenschaftlicher Vorträge, gehalten zu München im Winter 1858. Braunschweig, p. 594.*
- S. 215. 5) Theodor L. W. Bischoff, *über den Einfluss des Freiherrn Justus von Liebig auf die Entwicklung der Physiologie. München 1874, p. 27.*
- S. 216. 6) Familiar letters on Chemistry, 3. edit. (1851), Letter XXVI. p. 350.
- S. 220. 7) The memoir has been separately published in Germany under the title „*Untersuchungen über das Fleisch und seine Zubereitung zum Nahrungsmittel*“. Heidelberg 1847. The English translation is entitled, „*Researches on the Chemistry of Food*“. By Justus Liebig, M. D. Edited from the manuscript of the Author by William Gregory, M. D. London 1847.
- S. 229. 8) Liebig's papers on Organic Analyses appeared in the „*Annales de Chimie et de Physique*“, and in his own Journal. A description of his methods was also separately published

- in Germany under the title „*Anleitung zur Analyse organischer Körper*“. 2. Aufl. Braunschweig 1853. The English edition is entitled, „*Handbook of Organic Analysis; containing a detailed Account of the various Methods used in determining the Elementary Composition of Organic Substances*“. Edited by A. W. Hofmann, Professor in the Royal College of Chemistry. London 1853.
- S. 231. <sup>9)</sup> *Einige Bemerkungen über die Bereitung und Zusammensetzung des Brugnatelli'schen und Howard'schen Knallquecksilbers. Von Herrn Liebig, der Chemie Beflissenen aus Darmstadt. Kastner's Repert. f. Pharm. XII, 412. (1822)*
- S. 243. <sup>10)</sup> *Ueber die Constitution der Mellonverbindungen. Lieb. Ann. XCV, 263. (1855)*
- S. 244. <sup>11)</sup> *Ueber Laurent's Theorie der organischen Verbindungen. Lieb. Ann. XXV, 29. (1838)*
- S. 246. <sup>12)</sup> *Induction und Deduction. Akademische Rede, gehalten am 28. Mai 1865. Akademische Reden und Abhandlungen S. 296.*
- S. 247. <sup>13)</sup> A heliotype of this letter is appended to the print of this lecture, *Chem. Soc. J. XXVIII, 1065. (1875)*
- S. 249. <sup>14)</sup> *Untersuchungen über das Radical der Benzoësäure. Lieb. Ann. III, 279. (1832)*
- S. 250. <sup>15)</sup> *Lieb. Ann. III, 249. (1832)*
- S. 252. <sup>16)</sup> *Schreiben von Berzelius an Wöhler und Liebig über Benzoyl und Benzoësäure. Stockholm, d. 2. Sept. 1832. Lieb. Ann. III, 282. (1832)*
- S. 260. <sup>17)</sup> *Untersuchungen über die Natur der Harnsäure. Lieb. Ann. XXVI, 242. (1838).*
- S. 263. <sup>18)</sup> *Note sur la constitution de quelques acides. Par M. M. Dumas et Liebig. Compt. rend. V, 862. (1837)*
- S. 267. <sup>19)</sup> *Réponse à M. Berzelius. Compt. rend. VI, 747. (1837)*
- S. 274. <sup>20)</sup> *Ueber die Constitution des Aethers und seiner Verbindungen. Lieb. Ann. IX, 15. (1834)*
- S. 276. <sup>21)</sup> *Handwörterbuch der Chemie. I, 697. Comp. p. 289.*
- S. 280. <sup>22)</sup> In Germany the pamphlet appeared under the title „*Ueber einige Ursachen der Säftebewegung im thierischen Organismus. Braunschweig. 1848*“. The English edition bears the title, „*Researches on the Motion of the Juices in the Animal Body*“. By Justus Liebig, M. D. Edited from the manuscript of the author by William Gregory, M. D. London 1848.
- S. 282. <sup>23)</sup> *Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie, in Verbindung mit mehreren Gelehrten herausgegeben von Dr. J. Liebig, Dr. J. C. Poggendorff und Dr. Fr. Wöhler. Braunschweig, bei Fr. Vieweg und Sohn. — <sup>24)</sup> *Handbuch der Chemie mit Rücksicht auf Pharmacie von Dr. Justus Liebig (als neue Bearbeitung des ersten Bandes von Geiger's Handbuch der Pharmacie). Heidelberg, bei Winter.**

- S. 284. <sup>25)</sup> The German title is: *Jahresbericht über die Fortschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie. Giessen, J. Ricker'sche Buchhandlung.* — <sup>26)</sup> The reports were published from 1847 to 1856 by Liebig and H. Kopp; from 1857 to 1862 by H. Kopp and H. Will; from 1863 to 1866 by H. Will alone; during 1867 and 1868, by A. Strecker; from 1868 to 1874 by A. Naumann, and since that time by F. Fittica. — <sup>27)</sup> The German title of the book is „*Chemische Briefe*“. In England it appeared under the title: *Familiar Letters on Chemistry, in its relations to Physiology, Dietetics, Agriculture, Commerce, and Political Economy, by Justus von Liebig.* London: Taylor and Walton. The letters were first admirably translated by Dr. John Gardner. Later editions are by Prof. W. Gregory; and the last one (the fourth) is by Prof. John Blyth.
- S. 285. <sup>28)</sup> Letter XXII of the third edition. In Germany the letter is separately reprinted under the title „*Zur Beurtheilung der Selbstverbrennung des menschlichen Körpers*“. Heidelberg 1850.
- S. 286. <sup>29)</sup> *Die Grundsätze der Agriculturchemie mit Rücksicht auf die in England angestellten Untersuchungen.* Braunschweig 1855. The English edition bears the title: *Principles of Agricultural Chemistry, with special reference to the late Researches made in England.* By Justus von Liebig. London 1856. — <sup>30)</sup> *Reden und Abhandlungen von Justus Liebig.* Leipzig und Heidelberg 1874.
- S. 288. <sup>31)</sup> *Bemerkungen zu dem Aufsatz über die Constitution der Zuckersäure, von H. Hess.* Lieb. Ann. XXX, 313. (1839)
- S. 290. <sup>32)</sup> At the meeting of March 28, 1871. *Reden und Abhandlungen*, p. 333.
- S. 295. <sup>33)</sup> *Eckermann, Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens.* I, 122. — <sup>34)</sup> *Familiar Letters on Chemistry*, 4th edit., 285.







ALPHONS OPPENHEIM.

Geb. 14. Febr.  
1833.

Gest. 16. Sept.  
1877.

ALPHONS OPPENHEIM.

---

GEDÄCHTNISSWORTE

GESPROCHEN

IN DER GENERAL-VERSAMMLUNG

DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT

AM 21. DECEMBER 1877.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“  
X, 2262. (1877)

## ALPHONS OPPENHEIM.

Unsere Gesellschaft kann sich heute nicht vertagen, ohne eines Vereinsgenossen zu gedenken, den ein jäher Tod aus unserer Mitte entrückt hat, eines Mannes, der Einigen von uns ein eifriger, aufopferungsvoller Lehrer, Anderen ein treuer, werthätiger Freund, uns Allen ein Musterbild selbstloser Hingebung an die Wissenschaft gewesen ist. Ich brauche Ihnen den Namen Alphons Oppenheim kaum zu nennen; ist doch die erschütternde Kunde seines tragischen Geschiekes noch frisch in unserer Erinnerung, und muss doch die Gesellschaft in der heutigen, der Wahl ihrer Beamten gewidmeten Jahresversammlung den Verlust eines Mannes doppelt empfinden, welcher nicht nur stets bedacht gewesen ist, ihren wissenschaftlichen Aufgaben in vollem Maasse gerecht zu werden, sondern auch gerade als Beamter des Vereines durch seine Persönlichkeit in so hervorragender Weise gewirkt hat.

Derjenige, welcher mit dem Auftrage betraut worden ist, Ihnen am heutigen Abend das Lebensbild des Geschiedenen vorzuführen, hat leider schon mehrfach bei ähnlicher Veranlassung das Wort zu ergreifen gehabt. Allein in allen früheren Fällen war der Schmerz dieser Pflichterfüllung durch den Trost gemildert, dass die Abschiedsworte dem Andenken von Männern gewidmet wurden, welche, dem unerbittlichen Gesetze der Natur gehorchend, reich an Jahren von dem Schauplatze ihrer segensreichen Thätigkeit abgetreten waren.

Dieser Trost steht uns bei dem Rückblick auf die Laufbahn unseres verstorbenen Freundes nicht zur Seite. Auf

der Sonnenhöhe des Lebens, in der Kraft des vollgereiften Mannesalters, im freudigen Besitze der Hochachtung der Fachgenossen, auf der Schwelle der lang ersehnten, endlich gefundenen selbständigen Wirksamkeit, inmitten von Arbeiten, welche dem bereits errungenen wissenschaftlichen Erwerbe neue Ernten hinzufügen sollten, ist Alphons Oppenheim in erschreckender Plötzlichkeit aus dem Kreise seiner Schüler und Freunde geschieden.

Friedrich Ludwig Alphons Oppenheim wurde am 14. Februar 1833 in Hamburg geboren, wo sein Vater Arzt war. Ueber seine Knabenjahre sind mir nur spärliche Nachrichten zugegangen. Seine erste Ausbildung erhielt er in dem Johanneum, welches er bis Ostern 1851 besuchte. Er trat dann noch ein Jahr in das Hamburger akademische Gymnasium ein und bezog Ostern 1852 die Universität Bonn, um Naturwissenschaften zu studiren. Allein, wie es wohl oftmals zu geschehen pflegt, die ersten Semester in der heiteren Mosenstadt am Rhein waren nicht eben reich an wissenschaftlicher Ausbeute. Mit desto grösserer Befriedigung durfte Oppenheim auf die Freundschaftsbündnisse zurückblicken, welche ihm der rückhaltlose Verkehr mit den Commilitonen aller Studiengebiete gewann. Zu denen, welchen er damals nahe trat, gehörte in erster Linie Heinrich von Treitschke, dem er seit jener Zeit aufrichtig ergeben blieb. Wie sehr Treitschke dieses Gefühl erwiderte, das hat er selber in warmen Worten ausgesprochen, aus denen uns überdies ein ammtliches Bild des Bonner Aufenthaltes der beiden Freunde entgegentritt.

Die eigentlichen Fachstudien begannen für Oppenheim erst, als er nach Ablauf von vier Semestern von Bonn nach Göttingen übersiedelte, wo damals unter Wöhler's Auspicien die Göttinger chemische Schule auf dem Höhepunkte ihrer Blüthe stand. Es war Wöhler — wie oft hat es Oppenheim in Dankbarkeit anerkannt —, der in ihm, wie in so

vielen Anderen, die Liebe zur chemischen Forschung geweckt hat. Während der drei Jahre, welche er in dem Göttinger Laboratorium arbeitete, hatten Beide, Lehrer und Schüler, reichlich Gelegenheit einander kennen zu lernen, und es ist gewiss ein schönes Zeugniß für den Schüler, dass die begeisterte Hingebung und die unverdrossene Ausdauer, welche er den Aufgaben jener Tage entgegenbrachte, auch heute noch, nach mehr als zwanzig Jahren, bei dem Lehrer in freundlicher Erinnerung geblieben sind.

In einem kurz nach Oppenheim's Tode geschriebenen Briefe hat sich Wöhler folgendermaassen geäußert:

„Sie können sich denken, wie sehr auch mich die Nachricht von Oppenheim's schrecklichem Tode erschüttert hat. Wie tief und hoffnungslos muss sein Gemüth ergriffen gewesen sein, welchen Kampf muss es ihn gekostet haben, einen solchen zweifelten Entschluss zu fassen! Er war mir einer meiner liebsten Schüler, so heiteren Sinnes, so treuanhänglich, und für die Wissenschaft mit der reinsten Liebe begeistert. Bei mir hat er seine erste Arbeit ausgeführt, die über Tellur-Verbindungen, deren Resultate er in seiner Doctor-Dissertation (Göttingen 1857) veröffentlichte. Er musste dabei monatelang fast allem geselligen Umgang entsagen, weil durch die blosser Berührung der tellursauren und tellurigsaurer Salze sein Athem und seine Transpiration den unerträglichen Geruch annahm, der den Verbindungen des Tellurs mit organischen Radicaleu eigenthümlich ist, und den auch ich früher bei der Darstellung des Telluräthyls zu erdulden hatte. Ich blieb zwar später mit dem Hingeschiedenen in brieflichem Verkehr, hatte aber nur ein Mal das Vergnügen ihn wiederzusehen, vor zwei Jahren, als er zu meinem Jubiläum die Glückwünsche und das schöne Malachit-Geschenk der Deutschen chemischen Gesellschaft mir zu überbringen beauftragt war.“

Oppenheim war nicht gewillt, alsbald nach Erlangung der philosophischen Doctorwürde den Erwerb seiner akademischen Studien unmittelbar für die Zwecke des Lebens zu verwerthen. In der glücklichen Lage, noch eine Reihe von

Jahren unbehindert den Aufgaben der Wissenschaft leben zu können, beschloss er, nachdem er noch den Sommer 1857 in Heidelberg zugebracht hatte, zunächst auf einige Zeit nach England zu gehen, um auch die industrielle Seite der Chemie kennen zu lernen. Nach umfassenden Reisen durch die Manufactur-Districte Grossbritanniens liess er sich in London nieder, wo er bald mit der Mehrzahl der englischen Chemiker, zumal aber mit Graham und Williamson, bekannt wurde. Auf seine Beziehungen zu Graham werde ich noch besonders zurückzukommen haben; was diejenigen zu Williamson anlangt, so hatten sich dieselben schnell zu einem engeren Verhältnisse gestaltet, nachdem Oppenheim in das Laboratorium von University College eingetreten war, um dessen Leiter bei Forschungen zu unterstützen, welche sich an die berühmte Arbeit über die Aetherbildung anschlossen. Von dem guten Andenken, welches Oppenheim bei seinen englischen Freunden hinterlassen hat, habe ich erst jüngst noch, als ich mit Professor Williamson zusammentraf, mit Freuden vernommen. In kürzester Frist — so erzählte mir derselbe — war Oppenheim sowohl durch seine anspruchslose Bescheidenheit als auch durch seinen gemüthvollen Humor, welcher bei ihm in glücklichster Weise mit ernstem wissenschaftlichen Streben vereint war, zum Liebling des Laboratoriums geworden. Unter so glücklichen Bedingungen hat er mehrere Jahre in London verlebt. Er verkehrte in den verschiedensten Kreisen, insbesondere der jüngeren Fachgenossen, welche sich durch den regelnässigen Besuch der Versammlungen der *British Association* noch alljährlich erweiterten. Eine ungewöhnliche sprachliche Begabung hatte ihn schnell die Schwierigkeiten des fremden Idioms überwinden lassen; er begann nachgerade auf dem gastlichen Boden des Inselreiches sich heimisch zu fühlen, und es ward ihm schwer, wie es Anderen schwer geworden ist, dem Freundeskreise in Alt-England Lebewohl zu sagen.

Allein ein längerer Aufenthalt in London würde mit seinem Lebensplane unvereinbar gewesen sein. Schon frühzeitig hatte Oppenheim den Entschluss gefasst, die akademische Laufbahn einzuschlagen. Bei allen seinen Reisen und Studien hatte er dieses Ziel unverrückt im Auge behalten; auch wollte er nur noch Frankreich und zumal Paris kennen lernen und alsdann nach Deutschland zurückkehren, um sich an einer vaterländischen Hochschule zu habilitiren. An welcher, wusste er selbst noch nicht.

Im Frühling des Jahres 1861 gelang es Oppenheim, sich von England loszureissen, und nach kurzem Aufenthalt in Deutschland finden wir ihn in der Weltstadt an der Seine, wo er, durch zahlreiche Empfehlungen seiner deutschen und englischen Gönner eingeführt, ganz besonders aber auch unterstützt durch seine geläufige Handhabung des Französischen, welches er bald wie seine Muttersprache sprechen lernte, in der wissenschaftlichen Welt schnell Fuss fasste. Vor Allen fühlte er sich von Professor Wurtz angezogen und zögerte deshalb auch nicht, in das Laboratorium der *École de Médecine* einzutreten, wo unter dessen bewährter Leitung alljährlich zahlreiche und wichtige Experimental-Untersuchungen ausgeführt wurden.

Ich hatte Oppenheim schon während seines Aufenthaltes in London kennen gelernt, ohne aber in ein engeres Verhältniss zu ihm getreten zu sein. Nach seiner Abreise sind viele Jahre vergangen, ehe ich wieder mit ihm zusammengetroffen bin. Ich habe ihn aber gleichwohl niemals aus dem Auge verloren, theils weil die wissenschaftlichen Journale häufige Lebenszeichen von ihm brachten, theils weil ich durch gemeinschaftliche Freunde, so durch Dr. Hugo Müller, des Oefteren von ihm hörte, theils endlich und vorzugsweise, weil fast alle Briefe, welche ich von meinem alten Universitätsgenossen Professor Wurtz erhielt, in rühmender Weise Oppenheim's Erwähnung thaten. Ich würde indessen doch

aus eigenem Wissen kaum Erhebliches über Oppenheim's Aufenthalt in Paris berichten können, und es gereicht mir desshalb zu ganz besonderer Gemugthuung, dass ich dieser Skizze einen Brief von berufener Hand einfügen darf, welcher nicht nur das Lebensbild des Dahingeshiedenen in der angedeuteten Richtung vervollständigt, sondern auch seines edlen Charakters und seiner hohen Begabung in Worten gedenkt, wie sie wärmer empfunden und anerkennungsvoller von seinen nächsten Freunden nicht gewünscht werden könnten.

Die folgenden Zeilen von Wurtz sind kurz nach Oppenheim's Tode an mich gerichtet worden:

Paris, 1. octobre 1877.

„*Mon cher ami,*

*La mort de notre cher Oppenheim m'a profondément attristé. La nouvelle m'en est parvenue d'Angleterre, où je l'avais vu pour la dernière fois, il y a cinq ans, et où il a achevé sa carrière courte, mais bien remplie. Nos relations étaient intimes et dataient de loin. Oppenheim est venu à Paris en 1861. Il voulait y passer 6 mois, il y est resté 6 ans. Ayant vécu avec lui, pendant ce long espace de temps journellement au laboratoire, souvent dans ma maison, j'ai pu apprécier l'élévation de son caractère, la noblesse de ses sentiments, la bonté de son coeur. Il s'était voué à la science avec ardeur: il aimait la chimie et l'a cultivée avec succès.*

*La liste des travaux qu'il a exécutés dans notre laboratoire est longue. Tous ont de la valeur, car ils sont exacts; quelques-uns sont remarquables. Plus tard, étant arrivé à la maturité de son talent, il en a publié d'autres qui ont été plus remarqués encore. Tu les connais ceux-là, car ils ont été faits sous tes yeux. Il ne m'appartient pas d'entrer dans des détails sur les publications de notre ami, mais je retrouve dans ma mémoire un incident de sa vie de laboratoire, que je veux rappeler ici. Un jour, un gros matras de verre renfermant environ 100 g d'oxalate d'argent, qu'il venait de retirer du bain-marie, a fait explosion entre ses mains. Les fragments, lancés avec violence, l'ont couvert*

*de blessures qui ont mis sa vie en danger. Au bout d'un mois il était guéri, mais il a conservé toute sa vie des cicatrices témoignant de ce terrible accident. Combien nous devons déplorer l'évènement plus terrible encore qui nous l'a ravi! Oppenheim avait pour lui l'avenir et l'espérance de longs jours, dans une position honorable qu'il venait de conquérir. Nous, qui avons assisté à ses débuts, à la Société chimique de Paris dont il avait été nommé membre résident le 26 avril 1861, nous avons été frappés, tout d'abord, de son talent d'exposition. S'exprimant dans une langue étrangère, il trouvait le mot juste. Son discours était abondant et clair. Oppenheim était doué de toutes les qualités du professeur, et il disparaît au moment où il était appelé à en donner la preuve définitive. Son souvenir restera gravé dans nos cœurs! Et je ne parle pas pour moi seul: je suis l'interprète de nos amis communs, de Friedel, de Crafts, de Willm, de Cuventou, de Ph. de Clermont, de Grimaux, de Gautier, de Girard, de Salet et de tant d'autres qui l'ont connu, qui l'ont aimé. Pour nous, mon ami, qui avons perdu naguère le maître chez lequel nous nous sommes rencontrés il y a trente-cinq ans, et auquel l'Europe reconnaissante s'appête à élever un monument digne de sa grande vie et de ses grands travaux, nous avons vécu assez pour perdre, parmi nos élèves, un des plus distingués et des meilleurs“.*

Der Aufenthalt in Paris war in mehr als einer Beziehung von wesentlichem Einflusse auf Oppenheim's Leben. Nicht nur hatte er sich seit seiner Studienzeit in Göttingen nicht mehr so ausschliesslich der chemischen Forschung hingeeben, sondern er war auch mit einer grossen Anzahl junger Gelehrter, Franzosen sowohl wie Deutschen, die damals in Paris studirten, in nähere Beziehungen getreten. Unter den letzteren sind zumal Professor Lieben und Professor Pfaundler zu nennen, mit denen er auch später in freundschaftlichem Verkehr geblieben ist.

Schon waren sechs Jahre verflossen, seit Oppenheim nach Paris gekommen war, eine volle Dekade, seit er Deutschland verlassen, und noch waren eigentlich nur erst die Grundmauern gezogen, auf denen sich das Gebäude seines Lebens

erheben sollte. Es war hohe Zeit, an den Weiterbau zu denken. Dies hat er denn auch gefühlt, und als ihn das Jahr 1867 mit dem Strome deutscher Landsleute in Berührung brachte, welche die Weltausstellung nach Paris gezogen hatte, da erwachte in ihm die Sehnsucht, nach der Heimath zurückzukehren und dort einen Herd zu gründen. Nach kurzem Schwanken entschied er sich für Berlin, und schon im Spätherbst desselben Jahres hatte er an den Ufern der Spree seinen Wohnsitz genommen. Der Eintritt eines so bewährten jungen Gelehrten in den Kreis der akademischen Lehrer<sup>1</sup> musste allen Betheiligten willkommen sein; die nöthigen Formalitäten waren daher schnell erledigt, und schon am 9. Januar 1868 konnte Oppenheim vor der Facultät seine Probevorlesung halten, für welche er als Thema „die Isomerie“ gewählt hatte.

Wenn das Jahr 1867 unserem Freunde, indem es ihn auf die Schwelle der akademischen Thätigkeit führte, einen laug ersehnten Wunsch erfüllte, so brach das folgende Jahr nicht minder verheissungsvoll für ihn an. Am 24. Februar 1868 schloss er mit Isabella Mae Nulty den Bund, der das Glück, aber auch das Verhängniss seines Lebens werden sollte. Er hatte seine Frau, eine Irin von Geburt, in London kennen gelernt, und es waren uns mancherlei Andeutungen zugegangen, welche diese Verbindung ganz eigentlich im Lichte des Romantischen erscheinen liessen. Wir waren daher befremdet, in Oppenheim's Gattin eine Frau kennen zu lernen, die nicht mehr jung war und auch im Uebrigen durch äussere Begabung nicht hätte bestechen können; allein Keiner konnte ihr näher treten, ohne von ihrer Liebenswürdigkeit und Herzensgüte gewonnen zu werden. Leider ist das Glück dieser Ehe schon sehr bald durch schwere Erkrankung der Frau Oppenheim getrübt worden, von der sie sich eigentlich niemals wieder vollkommen erholt hat. Allein, vielleicht ist es gerade die Hilfsbedürftigkeit auf der

einen Seite und die kein Opfer zu schwer findende Hilfsbereitschaft auf der anderen, welche die beiden Gatten mit solchen Banden aneinander gefesselt hat, dass selbst der Tod sie nicht zu trennen vermochte.

Der jahrelang andauernde Krankheitszustand seiner Frau musste natürlich einen lähmenden Einfluss auf die wissenschaftliche Thätigkeit unseres Freundes üben, und es ist gewiss ein unzweideutiger Beweis seiner unverwüsthlichen Arbeitskraft und seiner unversiegbaren Begeisterung für die Aufgaben der Wissenschaft, dass er gleichwohl im Stande war, nicht nur unausgesetzt seine akademischen Pflichten zu erfüllen, sondern sich auch, nach wie vor, der chemischen Forschung zu widmen und selbst für umfassende schriftstellerische Unternehmungen noch die nöthige Musse zu finden.

Nach seiner Habilitation als Privatdocent, im Sommersemester 1868, hatte Oppenheim zunächst Geschichte der Chemie gelesen. Dieser Vorlesung schlossen sich in den nächsten Jahren Vorträge über die chemischen Theorien von Stahl bis auf die Gegenwart, über allgemeine Chemie, theoretische Chemie, organische Chemie, Technologie, Toxicologie und Pharmacie an, und in derselben Mannichfaltigkeit der Vorlesungen gefiel er sich auch, nachdem er am 14. Juni 1873 auf Vorschlag der philosophischen Facultät zum Extraordinarius ernannt worden war. Die akademische Behandlung so zahlreicher Disciplinen zeugt jedenfalls ebenso sehr von Oppenheim's umfassendem Wissen als von seiner Fähigkeit, den verschiedensten Aufgaben im Vortrage gerecht zu werden. Es bleibt aber doch fraglich, ob ein so ausgebreitetes Stoffgebiet selbst von dem Begabtesten gleichmässig beherrscht werden kann, und seine Freunde sind oft der Ansicht gewesen, dass sein Erfolg als Docent ein durchschlagenderer gewesen wäre, wenn er das Répertoire seiner Vorlesungen hätte beschränken wollen. Aber eine solche Beschränkung war seiner

Natur zuwider. Nächst seiner akademischen Lehrthätigkeit war es zumeist die experimentale Forschung, welche Oppenheim am Herzen lag. Die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen sowie die literarische Wirksamkeit, die er nach den verschiedensten Richtungen hin geübt hat, sollen im weiteren Verlaufe dieser Skizze angedeutet werden. Rechnen wir zu so umfassender Arbeit noch die Dienste hinzu, welche er als Secretär unserer Gesellschaft geleistet hat, erinnern wir uns der lichtvollen Referate über die eingelaufenen Abhandlungen, welche jahrelang unseren Sitzungen zur Zierde gereichten, erfahren wir schliesslich, dass er auch noch anderen, sei es praktischen, sei es wissenschaftlichen Vereinen angehörte — so dem Lehrercollegium des Berliner Handwerker-Vereins, so der 1872 gestifteten Deutschen Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege, deren Interessen er mit solchem Eifer vertrat, dass er 1876 mit dem Präsidium betraut ward —, vereinigen wir alle diese Leistungen in einem Rahmen, und wir haben ein Bild der geistigen Thätigkeit des Mannes, welches hinter der Wirklichkeit noch immer bedeutend zurückbleibt.

Wenn Oppenheim in dem Bewusstsein, so vielen Aufgaben gerecht zu werden, eine reiche Quelle der Befriedigung finden musste, so war andererseits in seinen Lebensbedingungen während des Aufenthalts in Berlin auch wieder mehrfach Grund zur Verstimmung gegeben. Die akademische Stellung, angesehen wie sie war, bot gleichwohl nicht die erwünschte Selbständigkeit und Freiheit der Bewegung. Mehrere Versuche, einen anderweitigen passenden Wirkungskreis in Berlin zu finden, misslangen, und auch Unterhandlungen nach Aussen zerschlugen sich wieder. Der Grund lag zumal in seinem verhältnissmässig späten Eintritt in die akademische Arena; Stellungen, welche dem Jüngeren begehrenswerth erschienen wären, übten auf den in der Mitte der Dreissiger Stehenden keinen Reiz mehr aus. Dann aber war auch diesen Bestre-

lungen wieder die unbegrenzte Bescheidenheit des Mannes entgegen, der es nicht verstand oder es verschmähte, sich geltend zu machen.

Endlich sollte aber auch nach dieser Richtung hin Oppenheim Gerechtigkeit widerfahren.

Mit der Erweiterung der Akademie in Münster war dort ein besonderer Lehrstuhl der Chemie errichtet worden; an unseren Freund erging der Ruf, diese Stellung einzunehmen. Dass es ihm schwer werden musste, seine hiesigen Verhältnisse aufzugeben, wird Jedem einleuchten, der diese Verhältnisse kannte. Allein die Aussicht, sich dort ungestört der Wissenschaft widmen zu können, übte eine mächtige Anziehung. Ueberdies waren die Bedingungen, welche ihm die Regierung bot, in jeder Beziehung vortheilhaft, um nicht zu sagen glänzend. Eine Reise zu Anfang dieses Jahres nach Münster, wo er mit Geh. Rath Göppert, dem Vertreter des Ministeriums, zusammentraf, brachte seinen Entschluss zur Reife. In Ausdrücken dankbarster Anerkennung sprach er sich bei seiner Rückkehr über das entgegenkommende Verständniss aus, mit welchem das Ministerium allen seinen Wünschen Rechnung getragen habe, und über die collegialischen Beziehungen, in welche er demnächst einzutreten hoffte. Aus dem engen Zusammenwirken mit seinem physikalischen Collegen Professor Hittorf zumal versprach er sich reichen wissenschaftlichen Gewinn. Und nun begann für den endgültig Entschlossenen eine kurze Periode neuer, aber beglückender Thätigkeit. Mit Vergnügen erinnern wir uns der Lust und des Eifers, mit denen er der nunmehr an ihm herangetretenen Aufgabe Genüge zu leisten sich bestrebte. Keine Mühe war ihm zu gross, kein Weg zu weit, um die zweckmässigsten, mit den ihm zur Verfügung gestellten Mitteln durchführbaren Einrichtungen kennen zu lernen. In verhältnissmässig kurzer Zeit waren alle banlichen Anordnungen für das Laboratorium in Münster getroffen, Apparate und Instrumente in sorgfältigster Auswahl

aus den besten Quellen beschafft. Unter so nützlicher und angenehmer Beschäftigung waren die Wintermonate verstrichen und der Zeitpunkt für die Uebersiedelung nach der neuen westfälischen Heimath gekommen. Am 28. April vereinigte sich eine zahlreiche Gesellschaft aus allen Kreisen der Metropole um den Scheidenden zu einem Festmahle, welches bei vielen meiner heutigen Zuhörer noch frisch in der Erinnerung ist. Wenn Einem noch ein Zweifel geblieben wäre, er hätte sich an jenem Abend überzeugen müssen, wie tiefe Wurzeln unser Freund in den hiesigen Verhältnissen geschlagen hatte.

Was jetzt noch zu melden bleibt, ist eine traurige Kunde. Gleich nach dem Abschiedsfeste will Oppenheim seine neue Stellung antreten, Alles ist zur Abreise gerüstet, als eine plötzliche Verschlimmerung in dem Zustande seiner Frau ihm nöthigt, diesen Vorsatz aufzugeben. Und nun folgt eine schwere, aufreibende Zeit für ihn. Zu der Sorge um die Schwererkrankte, deren Pflege er mit der liebevollsten Hingebung obliegt, gesellt sich die quälende Unruhe ob der Nichterfüllung der Pflichten des neu übernommenen Amtes in Münster, wo man ihn — er weiss es — mit Ungeduld erwartet. Endlich scheint die Krankheit einen günstigeren Verlauf zu nehmen, und die Aerzte geben schliesslich ihre Einwilligung zur Reise. Frau Oppenheim ist noch zu schwach, um die Fahrt in einem Tage zu machen, und man entschliesst sich, den neuen Wohnsitz in kurzen Tagereisen zu erreichen.

Das waren die Auspicien, unter denen Oppenheim seinem neuen Wirkungskreise entgegenging. Eingetreten in denselben ist er eigentlich garnicht; denn schon nach kurzem Aufenthalt in Münster erfolgte in dem Zustande seiner Frau eine Wendung, die sehr bald das Schlimmste befürchten liess. Ueber seine Gemüthsverfassung während dieser schweren Sommermonate sind mir die traurigsten Berichte zugegangen. Taub für den Zuspruch seiner Umgebung, die theilnahms-

vollsten Briefe seiner Freunde nicht mehr beantwortend, nur dem einzigen Gedanken an die Trennung von seiner Frau hingegeben, brütet er stundenlang in dumpfer Verzweiflung, oder aber er sucht in übermässiger Beschäftigung, in einer unnatürlichen Ueberanspannung seiner Kräfte zeitweise Linderung seines Kummers. Aber selbst die Arbeit, jene letzte und treueste Bundesgenossin im Schmerz, will ihm keinen Trost mehr gewähren. In der höchsten Noth, und obwohl jede Aussicht auf Genesung längst abgeschnitten ist, hofft Oppenheim in der heimischen Luft das fliehende Leben, wenn auch nur für Augenblicke noeh, aufzuhalten. Und so bringt er die Todkranke nach St. Leonards an der Südküste von England. Der Erfolg scheint in der That der Erwartung zu entsprechen. Die milde Seeluft übt einen wohlthätigen Einfluss auf die Leidende, in deren Zustand eine Erleichterung eintritt, welche Oppenheim noch gestattet, auf einige Tage nach Münster zurückzukehren, um mancherlei Anordnungen für das Wintersemester zu treffen. Aber schon wenige Tage nach seiner Rückkehr zeigt sich ein rasches Sinken der Kräfte. Am 16. September starb Frau Oppenheim, und zwei Stunden nach ihrem Hintritt war der Gatte der Gattin freiwillig in den Tod gefolgt.

Freiwillig? Dürfen wir in diesem Falle wirklich von freiem Willen reden? — *Temporary insanity* lautet das Verdict der englischen Todtensehauer.

Einige Wochen nach Oppenheim's Tode hat mich mein Weg nach England geführt, wo ich mit verschiedenen seiner dortigen Bekannten, zumal aber mit Hrn. Henry James Godden, seinem langjährigen Freunde, verkehrte; ihm verdanke ich Einsicht in verschiedene Briefe und Schriftstücke, die der Heimgegangene in den letzten Tagen und Stunden seines Lebens geschrieben hat. Kurz und bündig und von unzweideutiger Klarheit, wenn es sich um geschäftliche Dinge handelt, lebhaft bewegt, aber gesammelt, wenn in Ausdrücken

der wärmsten Dankbarkeit der Freunde gedacht wird, gestatten diese kurzen Aufzeichnungen, sobald sie den Abschied von der Gattin berühren, einen Blick in die grenzenlose Liebe, mit welcher er an der Lebensgefährtin hängt. Eine Existenz, getrennt von derjenigen seiner Frau, ist ihm undenkbar, das Weiterleben nach ihrem Tode scheint ihm unerträgliche Qual!

*Quoniam concordes egimus annos,  
Auferat hora duos eadem, nec conjugis unquam  
Busta meae videam, neu sim tumultandus ab illa.*

Die Andeutungen des verhängnissvollen Entschlusses sind denen, für die sie bestimmt waren, begrifflich erst nach Oppenheim's Tode zugegangen. Hrn. Godden, der unmittelbar nach Empfang der Trauerbotschaft St. Leonards erreicht hatte, und des Verstorbenen Bruder Robert, der aus Deutschland hinübergeeilt war, blieb nur noch die traurige Pflicht, dem Freunde, dem Bruder auf dem letzten Wege das Geleit zu geben. Auf dem neuen Kirchhofe von Hastings, auf der Anhöhe im Nordwesten der Stadt, wo der Blick frei über das Meer schweift, haben sie seine irdischen Reste zur Ruhe gebettet.

\*            \*  
                  \*

Ich könnte hier abbrechen, allein in einer Versammlung von Fachgenossen will ich mir es nicht versagen, wenn auch nur im Fluge, die Gebiete der Forschung anzudeuten, welche Oppenheim mit Liebe und Erfolg angebaut hat. Denn zuletzt ist doch das schönste Denkmal des Gelehrten die im Dienste der Wissenschaft vollbrachte Arbeit!

Die experimentalen Forschungen Oppenheim's bewegen sich fast alle auf dem Gebiete der organischen Chemie, doch hat er sich auch, zumal in der ersten Periode, mehrfach mit unorganischer Chemie beschäftigt. Hierher gehört die bereits erwähnte Untersuchung über das Tellur<sup>1)</sup>, welche das Thema

seiner Doctor-Dissertation bildete. Er findet zunächst, den Angaben von Zantedeschi entsprechend, dass das Tellur diamagnetisch ist. Die von ihm durch Schmelzen von 1 Mol. Tellur mit 1 Mol. Kaliumhydrat und 1 Mol. Kaliumchlorat, Fällen der gebildeten Alkaliverbindung mittelst Bariumchlorids und Zerlegung der Bariumverbindung mit Schwefelsäure dargestellte krystallisirte Tellursäure hat die Zusammensetzung  $\text{TeO}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ . Bei dieser Gelegenheit hat er auch eine Reihe von tellursauren Salzen, so zumal die Silber-, Cadmium-, Blei- und Quecksilbersalze untersucht. Er bereitete ferner Tellureadmium, Tellurarsen, Tellurantimon und endlich, durch die Umsetzung alkalischer Tellurate mit Schwefelwasserstoff, Tellurschwefel. Tellurecyankalium auf dem Wege, welcher die entsprechenden Schwefel- und Selenverbindungen liefert, darzustellen, nämlich durch Einwirkung des Tellurs auf Cyankalium, gelang ihm nicht; das Tellur wird von dem Cyankalium theilweise als Tellurkalium gelöst. Er konnte aber auf diese Beobachtung eine Methode gründen, die drei genannten Elemente voneinander zu trennen<sup>2)</sup>. Das Gemenge wird 8 bis 12 Stunden lang mit einer Lösung von Cyankalium digerirt, wodurch aller Schwefel und alles Selen und nur eine kleine Menge Tellur gelöst wird. Aus der Lösung fällt auf Zusatz von Salzsäure das Selen, und aus dem sauren Filtrat scheidet sich nach 24stündigem Stehen mit schwefligsaurem Natrium auch das gelöste Tellur ab.

Eine Arbeit ähnllicher Art ist die Untersuchung über das Verhalten des amorphen Phosphors zu starken wasserhaltigen Säuren bei hoher Temperatur<sup>3)</sup>. Er fand, dass Phosphor mit Jodwasserstoffsäure bei 160 bis 200<sup>0</sup> neben phosphoriger Säure Jodphosphonium liefert. Ganz analog verhält er sich gegen Bromwasserstoffsäure; in Gegenwart von Salzsäure dagegen entsteht neben phosphoriger Säure Phosphorwasserstoff. Andere Mineralsäuren werden vom Phosphor reducirt, welcher dabei in phosphorige Säure übergeht. Schwefelsäure ver-

wandelt sich auf diese Weise in schweflige Säure, welche schliesslich zu Schwefelwasserstoff wird; Chromsäure wird zu chromsaurem Chromoxyd reducirt; arsenige Säure und Phosphor liefern neben phosphoriger Säure Phosphorarsen. Im Anschluss an diese Arbeit liess Oppenheim später<sup>4)</sup> Phosphor auf alkalische Metallösungen einwirken; Kupfer, Blei und Silber werden metallisch abgetrennt, Nickel und Cadmium in Form von Phosphormetallen.

An dieser Stelle mag auch noch eine hübsche Reaction Erwähnung finden, welche Oppenheim zum Nachweis freier Alkalien und alkalischer Erden angegeben hat<sup>5)</sup>. Durch die zu prüfende Flüssigkeit werden einige Blasen Schwefelwasserstoff geleitet und der Lösung sodann ein paar Tropfen Nitroprussidnatrium zugesetzt: alsbald entsteht, wenn freies Alkali zugegen war, die wohlbekannte prachtvoll violette Färbung, welche die Nitroprussid-Verbindungen mit löslichen Sulfiden erzeugen. Auch andere alkalische Metalloxyde sowie organische Basen zeigen die Reaction.

Eine Arbeit von praktischem Interesse, welche Oppenheim in Gemeinschaft mit F. Versmann während seines Aufenthaltes in London ausgeführt hat, verdient etwas eingehender besprochen zu werden. Es war die Zeit, als Europa und besonders England zuerst mit amerikanischem Steinöl überfluthet wurde. Schnell bereit, das neue Beleuchtungsmaterial zu verwerthen, hatte man noch nicht die Gefahren desselben und noch weniger die Mittel kennen gelernt, denselben zu begegnen. Und wenn schon die mehr und mehr zur Geltung kommende Vorliebe für dünngewebte, höchst verbrennliche Kleidungsstoffe, welche sich an den offenen englischen Kaminfeuern leicht entzündeten, Veranlassung war, dass alljährlich viele Menschen und zumal Frauen das Leben einbüssten, so erreichte jetzt die Zahl dieser Unglücksfälle mit der Einführung des Petroleums eine wahrhaft erschreckende Höhe. Die Civilregister von England und Wales melden, dass in den

fünf Jahren von 1852 bis 1856 nicht weniger als 9998 Personen durch Verbrennung um's Leben kamen, unter denen 2182 durch Entzündung der Kleiderstoffe. Angesichts dieser Thatsachen war es keine Uebertreibung, wenn der englische *Registrar-General* in seinem Jahresberichte für 1860 in die Worte ausbrach: „Die Scheiterhaufen von Smithfield und die Sutteefer Indiens sind erloschen, allein das Feuer unserer eigenen Herde verzehrt jährlich Hunderte und verstümmelt Tausende von englischen Frauen und Kindern.“ Kein Wunder, dass das Publicum plötzlich von einem panischen Schrecken ergriffen wurde, und dass die Königin es für ihre Pflicht hielt, nach Kräften zur Steuerung des Uebels beizutragen. Sie veranlasste die Bestallung einer Untersuchungs-Commission, und Graham, damals Müuzmeister von England, ward mit dem chemischen Theile der Aufgabe, d. h. mit dem Auftrage betraut, die besten Mittel anzugeben, mit deren Hülfe Kleiderstoffe unentzündlich gemacht werden können. Mit Geschäften überhäuft, übertrug er die Untersuchung zwei jungen deutschen Chemikern, die sich damals gerade in London aufhielten, unserem Freunde Alphons Oppenheim und Friedrich Versmann, welche die Ergebnisse ihrer Arbeit in einer besondern kleinen Schrift niedergelegt haben<sup>6)</sup>. Die Schrift giebt zuvächst einen Ueberblick über das auf diesem Gebiete bereits Geleistete und bespricht namentlich die Arbeiten von Gay-Lussac und von Fuchs über diesen Gegenstand. Ersterer hatte gefunden, dass Gewebe, welche mit 20 p. C. Ammoniumchlorid, -sulfat, -phosphat, -borat oder Borax getränkt sind, vollkommen unentzündlich werden.

Die Verfasser bestätigen die Angaben Gay-Lussac's, erklären aber zugleich, wesshalb seine Vorschläge in der Praxis fast keinen Eingang gefunden haben. Das einzige ausführbare Verfahren besteht darin, die Salze, mit welchen man die Faser impräguiren will, der Stärke zuzusetzen, mit welcher die Gewebe nach dem Waschen gesteift werden sollen, also beim

Stärken der Zeuge. Da nun aber dieser Procedur schliesslich die Manipulation des Plättens oder Bügelns folgt, so war hier eigentlich eine Doppelaufgabe gestellt, nämlich ein Salz zu finden, welches die Eigenschaft besitzt, einmal die Zeugfaser unentzündlich zu machen, dann aber auch die Hitze des Bügeleisens auszuhalten, ohne dass das Ansehen und die Dauerhaftigkeit der behandelten Stoffe darunter leide. Alle früher vorgeschlagenen Salze lösen zwar den ersten Theil der Aufgabe, allein die unter ihrer Mitwirkung gestärkten Zeuge lassen sich nicht leicht und sicher plätten, das Bügeleisen haftet an einzelnen Stellen, und die zu lange dauernde Wärmewirkung verdirbt das Ansehen der Zeuge, wenn sie dieselben nicht geradezu brüchig macht. Unter den vielen Salzen, welche von Oppenheim und Versmann nach dieser doppelten Richtung hin untersucht worden sind, hat sich nur eines gefunden, welches in jeder Beziehung befriedigende Ergebnisse liefert. Es ist dies das wolframsaure Natrium, dessen Anwesenheit den Zeugen Unentzündlichkeit verleiht, ohne dass die Haltbarkeit, die Farbe und das allgemeine Aussehen der Gewebe bei dem Bügeln beeinträchtigt werden. Da sich dieses Salz leicht und zu billigem Preise beschaffen lässt, so hat es eine ausgebreitete Verwendung gefunden, zumal in England, wo auch eine Mischung desselben mit Stärke unter dem Namen *uninflammable starch* noch immer verkauft wird, obwohl dieselbe heute an Bedeutung verloren hat, einerseits, weil die leicht entzündlichen Stoffe nicht mehr so viel getragen werden, andererseits aber und vorzugsweise, weil man mit dem Petroleum besser umzugehen gelernt hat.

Von grosser Mannichfaltigkeit sind Oppenheim's Untersuchungen auf dem Gebiete der organischen Chemie.

Wir wollen auf die chemisch-physikalischen Speculationen nicht eingehen, durch welche er die abnorme Verbrennungswärme der Ameisensäure auf die in der Formel  $\text{CHO} \cdot \text{OH}$  ausgedrückte Constitution dieser Säure zurückzuführen versucht

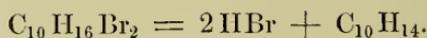
hat<sup>7)</sup>, da seine Betrachtungen die Frage nicht zu einer endgültigen Entscheidung gebracht haben.

Dagegen müssen hier in erster Linie die umfassenden, über eine Reihe von Jahren sich erstreckenden Arbeiten über Körper aus der Terpentingruppe Erwähnung finden. Oppenheim untersuchte zunächst<sup>8)</sup> einen aus Japan stammenden Menthampher, welchen er als Homologon des Allylkohols von der Formel  $C_{10}H_{19} \cdot OH$  erkannte und mit dem Namen Menthol bezeichnete. Mit Essigsäure und Buttersäure liefert derselbe bei hoher Temperatur siedende Aether  $C_{10}H_{19} \cdot OC_2H_3O$  und  $C_{10}H_{19} \cdot OC_4H_7O$ , welche mit Kalilauge zerlegt den Campher regeneriren. Es gelang ihm auch<sup>9)</sup>, die entsprechenden Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Menthyls,  $C_{10}H_{19}Cl$ ,  $C_{10}H_{19}Br$  und  $C_{10}H_{19}J$ , darzustellen. Aus diesen lässt sich aber durch Silberoxyd der Alkohol nicht zurück-erhalten; es entsteht hierbei unter Austritt von 1 Mol. Säure der Kohlenwasserstoff der Reihe, das Menthen  $C_{10}H_{18}$ . Oppenheim hat auch die Haloidverbindungen mit Ammoniak, Schwefelkalium und Schwefelcyankalium behandelt, in der Hoffnung, durch die Darstellung der Aminbase, des Kuoblauchöls und des Senföls der Reihe, für die Alkoholnatur des Menthols weitere Anhaltspunkte zu gewinnen. Allein die Reactionen vollziehen sich bei diesem atombeladenen Molecul nicht mehr mit derselben Leichtigkeit wie in den niederen Gruppen, und es sind diese Versuche daher ohne das gewünschte Resultat geblieben.

In naher Beziehung zu den genannten Untersuchungen stehen die Versuche über die Hydrate des Terpentingöls<sup>10)</sup>. Oppenheim liess Chlor-, Brom- und Jodphosphor auf Terpentingölhydrat (Terpin),  $C_{10}H_{20}O_2 \cdot H_2O$ , einwirken, um festzustellen, ob man dasselbe als einen alkoholartigen Körper auffassen dürfe, welcher zu den Salzsäureverbindungen des Camphens in ähnlicher Beziehung stehe wie der Alkohol zu dem Chloräthyl. Es gelang ihm in der That, krystallinische

Verbindungen  $C_{10}H_{18}Cl_2$ ,  $C_{10}H_{18}Br_2$  und  $C_{10}H_{18}J_2$  darzustellen, und von der Salzsäureverbindung konnte nachgewiesen werden, dass sie dem Ansehn, Geruch und Schmelzpunkt nach identisch ist mit der durch die Einwirkung der Salzsäure auf das dem Hydrat entsprechende Terpentinöl gewonnenen. Aus dem Bromide durch Behandlung mit Silberacetat ein entsprechendes Diacetat,  $C_{10}H_{18}(OC_2H_3O)_2$ , zu erzeugen gelang nicht; es entstand neben Essigsäureanhydrid und Essigsäurehydrat das Diterebenhydrat (Terpinol) von der Formel  $C_{20}H_{34}O = 2C_{10}H_{18}Br_2 + H_2O - 4HBr$ . Dagegen liess sich ein Monoacetat von der Formel  $C_{10}H_{18} \cdot OH \cdot OC_2H_3O$  durch die Einwirkung von Essigsäureanhydrid auf Terpin gewinnen. — In Gemeinschaft mit Lauth<sup>11)</sup> angestellte Versuche, den Kohlenwasserstoff der Terpentinöl-Gruppe, wie er in der Salzsäureverbindung zur Verfügung steht, in das Anilin und Rosanilin einzuführen, haben nicht zu dem angestrebten Ziele geführt.

Einige Jahre später<sup>12)</sup> ist Oppenheim nochmals auf die Untersuchung der Terpentinölkörper zurückgekommen. Durch Behandlung von Terpin mit Brom gelang es ihm, unter Abscheidung von Wasser, ein flüssiges Terpendibromid darzustellen, welches sich beim Erhitzen in Bromwasserstoff und Cymol spaltet:



Am bequemsten gelingt die Abspaltung des Bromwasserstoffs durch mehrstündiges Erhitzen des Dibromids mit Anilin auf eine Temperatur von  $190^{\circ}$ . Das so gewonnene Cymol siedet zwischen  $175$  und  $178^{\circ}$ . Cymol kann auch direct aus den Terpentinölen gewonnen werden. Sowohl gewöhnliches Terpentinöl als auch Citronenöl verbindet sich in der Kälte mit Brom zu Dibromiden, welche mit Anilin behandelt in Cymol übergehen. Die Oxydation des Cymols, ob aus Terpen oder Citren dargestellt, mit Chromsäure liefert Terephtal-säure, wonach beide als identisch zu betrachten sein würden.

Bei diesen Oxydationsversuchen setzten sich in der Kühlröhre kleine Mengen eines krystallinischen Körpers ab, welcher die Zusammensetzung und im Wesentlichen die Eigenschaften des Camphers hat. Oppenheim hat sich indessen vergeblich bemüht, unter denselben Bedingungen Campher aus Terpen direct zu erhalten oder in dem Terpendibremid mit Hilfe von Silberoxyd das Brom durch Sauerstoff zu ersetzen<sup>13)</sup>.

Wenn man das Terpendichlorid mit Schwefelsäure und Kaliumbichromat oxydirt, bildet sich nach den Versuchen von Oppenheim und Biedermann<sup>14)</sup> ebenfalls Terephtalsäure.

Die Ueberführung des Cymols in Terephtalsäure liess es zweifelhaft, ob das oxydirte Cymol Diäthylbenzol oder Methylpropylbenzol sei. Oppenheim hat daher weitere Versuche<sup>15)</sup> über die Natur der Seitenketten angestellt. Durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure liefert sowohl das aus Terpen als auch das aus Citren gewonnene Cymol neben Terephtalsäure Paratoluylsäure, ein Ergebniss, welches beide Cymole als Methylpropylbenzole charakterisirt.

An diese Untersuchung schliessen sich fernere, in Gemeinschaft mit S. Pfaff<sup>16)</sup> ausgeführte Versuche an, aus denen hervorgeht, dass dieselbe Constitution auch Cymolen angehört, welche aus anderen Terpenen gewonnen werden. Tereben, durch Behandlung von Terpentinöl mit Schwefelsäure erhalten, Borneen, aus dem Borneocampher, und Geranien, aus Geraniol mit Phosphorsäureanhydrid dargestellt, endlich Eucalypten, aus Eucalyptusöl gewonnen, wurden durch Jod in Cymole übergeführt, welche sämmtlich bei der Behandlung mit verdünnter Salpetersäure als flüchtiges Product Paratoluylsäure lieferten.

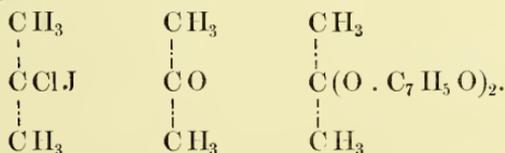
Eine andere Reihe von Veröffentlichungen Oppenheim's hat die Erforschung von Körpern aus der Allylen- und Propylengruppe zum Gegenstande.

Zunächst<sup>17)</sup> beschäftigte ihn das mit dem Acetylen homologe Allylgas,  $C_3H_4$ . Durch Behandlung mit Bromgas im Schatten entsteht ein farbloses Liquidum, welches sich durch

Destillation im leeren Raum in zwei Additionsproducte von den Formeln  $C_3H_4Br_2$  und  $C_3H_4Br_4$  trennen lässt. Weniger leicht gelingt die Darstellung einer der erstgenannten entsprechenden Jodverbindung  $C_3H_4J_2$ , welche ebenfalls flüssig ist. Am leichtesten<sup>18)</sup> bildet sich dieses Product, wenn man eine Lösung von Jod in Jodkalium in einer mit Allylgas gefüllten Flasche einige Monate lang dem Sonnenlichte aussetzt. Essigsäures Kalium in alkoholischer Lösung verwandelt dieses Dijodid ebenso wie die entsprechende Dibromverbindung in Aethylacetat und Allylen. Dagegen liefert das Tetrabromid unter denselben Umständen ein sehr beständiges, bei  $183^\circ$  siedendes Tribrompropylen,  $C_3H_3Br_3$ , welches durch einfachen Austritt von 1 Mol. Bromwasserstoff gebildet wird. Bei der Berührung mit überschüssigem Brom im Sonnenlichte verwandelt es sich in das sehr schön krystallisirende Tribrompropylen dibromür,  $C_3H_3Br_3 \cdot Br_2$ . Bei dieser Gelegenheit hat Oppenheim auch die beiden Jodwasserstoffsäureverbindungen des Allylens, die Additionsproducte  $C_3H_4 \cdot HJ$  und  $C_3H_4 \cdot 2HJ$ , dargestellt. Letzteres bildet sich direct beim Schütteln von Allylen mit concentrirter Jodwasserstoffsäure; durch Behandlung mit alkoholischem Kali geht es unter Verlust von 1 Mol. Jodwasserstoffsäure in das erstere über.

Weitere Versuche betreffen die Allylverbindungen und zunächst das Allylchlorid<sup>19)</sup>. Diese Verbindung kann sowohl durch Behandlung des Allyloxalats mit einer alkoholischen Chloreciumlösung als auch, und besser noch, durch Zersetzung von Jodallyl mit Quecksilberchlorid gewonnen werden. Sie siedet bei  $44$  bis  $45^\circ$  und unterscheidet sich hierdurch von dem isomeren Chlorpropylen, dessen Siedepunkt bei  $25^\circ$  liegt; eine ähnliche Siedepunktsdifferenz wird gleichfalls bei den Derivaten beider Verbindungen beobachtet. Aber auch das chemische Verhalten beider Substanzen, welches von Oppenheim mit besonderer Sorgfalt studirt wurde<sup>20)</sup>, ist ein wesentlich verschiedenes. Mit Natriumalkoholat liefert das Allylchlorid

Allyläthyläther, während sich aus dem Chlorpropylen Allylen abspaltet. Mit Schwefelsäure verbindet sich das Allylchlorid ohne Abscheidung von Salzsäure zu einer Sulfosäure, aus welcher bei der Einwirkung des Wassers neben anderen Producten Propylendichlorid,  $C_3H_6Cl_2$ , und das Chlorhydrin des Propylglycols,  $C_3H_6 \cdot ClOH$ , entstehen, während das Chlorpropylen unter Salzsäureabspaltung in eine Sulfosäure übergeht, welche bei der Behandlung mit Wasser Aceton liefert. Nicht minder charakteristisch ist das Verhalten der beiden Isomeren zur Jodwasserstoffsäure. Während sich das Allylchlorid unter Abspaltung von Salzsäure und Freiwerden von Jod in Isopropyljodid,  $C_3H_7J$ , verwandelt, vereinigt sich das Chlorpropylen direct mit Jodwasserstoffsäure zu einer Verbindung, welche mit dem Namen Methyljodochloracetol bezeichnet wird und bei der Behandlung mit Silberoxyd in Aceton, mit Silberbenzoat in eine entsprechende Benzoylverbindung übergeht. Die Beziehungen der genannten Substanzen zu einander spiegeln sich in den Formeln:



Mit Brom endlich liefern zwar beide Isomere Additionsproducte von der Formel  $C_3H_5ClBr_2$ , die aber in ihrem Verhalten zu den Alkalien wiederum wesentlich verschieden sind.

Die hier in flüchtigen Umrissen verzeichneten Arbeiten über Allylchlorid und Chlorpropylen hat Oppenheim in einer ausführlichen Abhandlung niedergelegt, welche in Liebig's Annalen veröffentlicht ist<sup>21)</sup>.

Die Allylverbindungen haben ihn jedoch auch noch zu anderen Zeiten beschäftigt. Unter den zerstreuten Notizen mag seine Beobachtung der Umwandlung des Allyljodids in Allyltrichlorid,  $C_3H_5Cl_3$ , erwähnt werden, welche leicht durch die Einwirkung des Chlors bewerkstelligt werden kann<sup>22)</sup>. Es

ist eine nach Chloral riechende Flüssigkeit, deren Siedepunkt, wie der des isomeren Trichlorhydrins, bei  $155^{\circ}$  liegt. Sie kann aus dem Jodid auch durch Behandlung mit Kaliumbichromat und Salzsäure dargestellt werden.

Auf dieses Trichlorid ist er später noch einmal zurückgekommen<sup>23</sup>). Durch erschöpfende Behandlung desselben mit Chlor im Sonnenlichte hatte er das Octochlorpropan,  $C_3Cl_8$ , zu gewinnen gehofft, aber nur das Sexchloraethan,  $C_2Cl_6$ , erhalten. Das Chlor besitzt also wie der Sauerstoff die Fähigkeit, die Kohlenstoffatome organischer Verbindungen voneinander zu trennen.

Hierher gehört auch seine Beobachtung der Rückbildung der Alkoholjodide aus den Aethern. Allyläthyläther liefert bei der Einwirkung concentrirter Jodwasserstoffsäure neben Wasser Aethyl- und Allyljodid<sup>24</sup>).

Weiter sucht er das Gesetzmässige in den Siedepunktdifferenzen der Aethyl-, Allyl- und Propylverbindungen zu ermitteln. So findet er, dass die Siedepunkte des Aethyl- und Allylchlorids sowie der entsprechenden Brom- und Jodverbindungen um nahezu dieselbe Temperaturdifferenz ( $30^{\circ}$ ) auseinanderliegen<sup>25</sup>).

Schliesslich mag nur noch auf seine Versuche über das Jodallylquecksilber,  $C_3H_5HgJ$ , hingewiesen werden<sup>26</sup>). Oppenheim hatte erwartet, dass sich durch die Einwirkung von Phosphortribromid Jodbromquecksilber und Triallylphosphin bilden würden; die Körper reagiren aber nicht aufeinander. Ebensowenig gelang es, durch Behandlung mit Acetylchlorid und Benzoylchlorid gemischte Ketone darzustellen. Dagegen greift Zinkäthyl mit Heftigkeit die Quecksilberverbindung an; unter Abscheidung von Quecksilber und Bildung von Quecksilberäthyl und Jodzink entsteht Diallyl,  $H_5C_3 \cdot C_3H_5$ . Eine ganz ähnliche Reaction verläuft bei der Einwirkung von Cyankalium, und es lässt sich in der That auf dem zuletzt angedeuteten Wege das Diallyl mit Vortheil darstellen.

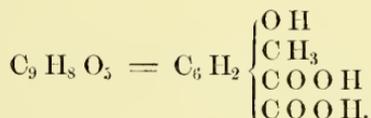
Die Beobachtung des verschiedenen Verhaltens der Schwefelsäure gegen Allylchlorid und Chlorpropylen veranlasste Oppenheim, das Verhalten der concentrirten Schwefelsäure gegen verschiedene Klassen organischer Chloride zu studiren<sup>27)</sup>. Er fand, dass die Reaction, insofern eine solche überhaupt stattfindet, in drei verschiedenen Formen verläuft: 1) Es bilden sich unter Austritt von Wasser gechlorte Sulfosäuren; solche gechlorte Säuren entstehen aus allen aromatischen Verbindungen, welche das Chlor im Benzolring enthalten. 2) Die Chloride vereinigen sich direct mit Schwefelsäure ohne Ausscheidung von Wasser; so entsteht z. B., wie bereits bemerkt, aus Chlorallyl und Schwefelsäure Chlorallylschwefelsäure. 3) Die Bildung der Sulfosäuren erfolgt unter Abspaltung von Salzsäure; so verläuft die Reaction bei den Chloriden der Fettalkoholradicale — Amylchlorid liefert Salzsäure und Amylschwefelsäure — oder bei den aromatischen Chloriden, deren Chlor der Seitenkette eingefügt ist — Benzolchlorid,  $C_6H_5 \cdot CHCl_2$ , verwandelt sich in eine Säure  $C_6H_5 \cdot CH(HSO_4)_2$ , welche bei der Behandlung mit Wasser Schwefelsäure und Bittermandelöl liefert; Chlorbenzoyl geht in eine ephemere Benzoylschwefelsäure,  $C_6H_5 \cdot COHSO_4$ , über, die sich allmählich in die isomere Benzoëschwefelsäure,  $C_6H_4 \cdot HSO_3 \cdot COOH$ , umsetzt. Versuche, die Oppenheim in Gemeinschaft mit E. Ador angestellt hat, beweisen, dass die so gewonnene Benzoëschwefelsäure mit der durch die Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf Benzoëssäure erhaltenen identisch ist. In der Behandlung von Benzoylchlorid mit concentrirter Schwefelsäure scheint in der That eine bequeme Methode der Darstellung der Benzoëschwefelsäure gegeben zu sein.

Einige kleinere Untersuchungen, die Oppenheim gemeinschaftlich mit Anderen ausgeführt hat, können hier nur flüchtig erwähnt werden; so die mit L. Pfaundler<sup>28)</sup> studirte Einwirkung des Cyankaliums auf Dinitrophenol, bei welcher unter Ammoniakentwicklung das Kaliumsalz einer

als Metapurpursäure bezeichneten Säure  $C_8H_5KN_4O_4 + H_2O$  erhalten wird, deren Bildung derjenigen der Isopurpursäure aus der Pikrinsäure analog ist, — so die mit G. Vogt<sup>29)</sup> bewerkstelligte Ueberführung des monochlorbenzolsulfosauren Kaliums durch Schmelzen mit Kaliumhydrat in Resorcin, — so die erneute Analyse des Quecksilberbenzamid,  $Hg(C_7H_5ONH)_2$ , mit von Czarnomsky<sup>30)</sup> sowie die Untersuchung des Quecksilberacetamids,  $Hg(C_2H_3ONH)_2$ , und -anilids,  $Hg(C_2H_3ONC_6H_5)_2$ , mit S. Pfaff<sup>31)</sup>, — so endlich gemeinschaftlich mit Loring Jackson<sup>32)</sup> angestellte Versuche, durch die Einwirkung von Jodoform auf Quecksilbermereaptid einen geschwefelten dreibasischen Ameisensäureäther zu bereiten, die jedoch nur ein Additionsproduct  $[(C_2H_5)_2HgS_2]CHJ_3$  lieferten. Hierher gehören auch mit M. Salzmann<sup>33)</sup> über den Siedepunkt des Glycerins und mit S. Pfaff<sup>34)</sup> über den Schmelzpunkt der Anissäure angestellte Versuche, — ferner Beobachtungen über die Einwirkung von Kupferbromid auf organische Jodide, welche auf diese Weise in die entsprechenden Bromide übergeführt werden<sup>35)</sup>, — endlich über den Methyläther der Brenztraubensäure<sup>36)</sup>.

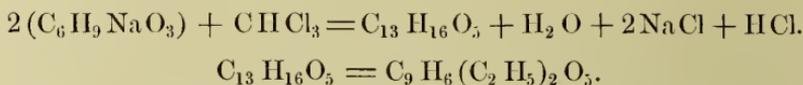
Dagegen müssen wir noch einige Augenblicke bei einer Arbeit verweilen, welche jedenfalls den Glanzpunkt von Oppenheim's Forschungen bildet. Es ist dies die mit S. Pfaff<sup>37)</sup> gemeinschaftlich ausgeführte Untersuchung der Einwirkung des Chloroforms auf den Natriumacetessigäther, welche Ergebnisse von hervorragendem theoretischen Interesse geliefert hat. Auf die damals noch vielfach geltende Annahme gestützt, der Natriumacetessigäther sei ein einfaches Metallderivat des Aethylacetats, hatte man gehofft, durch Verkettung von 3 Mol. desselben mittelst 1 Mol. Chloroform eine der Carballylsäure homologe dreibasische Säure zu erhalten. Allein die Natur birgt grössere Schätze als die feinste Speculation der Menschen. Statt des gesuchten Körpers entdeckten die genannten Forscher eine scharf ausgesprochene

aromatische Säure und hatten somit einen neuen und höchst bemerkenswerthen Uebergang aus der Reihe der piogenen in die der aromatischen Verbindungen kennen gelehrt. Die neue Säure, da sie 1 At. Sauerstoff mehr enthält als die Uvitinsäure, wurde mit dem Namen Oxyvitinsäure bezeichnet; sie enthält



Durch Destillation mit Kalk liefert sie Metakresol; durch Oxydation entsteht eine merkwürdige neue Säure von der Formel  $\text{C}_7 \text{H}_8 \text{O}_3$ , welche durch Schmelzen mit Kaliumhydrat in Benzoësäure übergeht. Diese noch immer räthselhafte Säure wird von ihren Entdeckern mit dem Namen Hydroxybenzoësäure bezeichnet<sup>38)</sup>. Nach Versuchen von Oppenheim und Emmerling<sup>39)</sup> verwandelt sich die Oxyvitinsäure durch Behandlung mit rauehender Salpetersäure in Trinitrokresol. Oppenheim hat von der Genesis der Oxyvitinsäure eine auf Versuche gegründete höchst elegante Erklärung gegeben. In Gemeinschaft mit H. Precht<sup>40)</sup> zeigte er zunächst, dass sich bei der Einwirkung des Natriums auf den Essigäther, wenn letzterer absolut trocken ist, kein Wasserstoff entwickelt, indem dieser *in condicione nascendi* verwendet wird, um die Aetylgruppe  $\text{CH}_3 \cdot \text{CO}$  in die Aethylgruppe  $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2$  zu verwandeln, d. h. Natriumäthylat zu bilden, so dass durch Wechselwirkung von 3 Mol. Essigäther und 4 At. Natrium 1 Mol. Natriumacetessigäther und 3 Mol. Natriumäthylat entstehen. Für die Bildung von Oxyvitinsäure ist nun die Gegenwart der letztgenannten Verbindung eine nothwendige Bedingung. Reiner Natriumacetessigäther, mit Chloroform behandelt, liefert keine Spur von Oxyvitinsäure, deren Bildung aber sofort eintritt, wenn der Mischung eine Lösung von Natrium in absolutem Alkohol zugesetzt wird. 2 Mol. Natriumacetessigäther und 1 Mol. Chloroform enthalten die

Elemente von 1 Mol. Oxyvitinsäureäther, 1 Mol. Wasser, 2 Mol. Kochsalz und 1 Mol. Salzsäure:

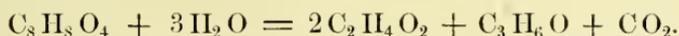


Die Wirkung des Natriumäthylats besteht offenbar darin, dass sein Metall dem Chloroform, welches sich zwischen 2 Mol. Natriumacetessigäther gelegt hat, das dritte Chloratom entführt, wodurch der eingeschobene Kohlenstoff, mit drei Vierteln seiner Atombindekraft wirkend, das eine der benachbarten Kohlenstoffatome doppelt verkettet und so die erste Veranlassung zur Bildung eines Benzolringes giebt. Dass die Aethylgruppe des Natriumäthylats bei der Bildung von Oxyvitinsäure keine Rolle spielt, hat Oppenheim in Gemeinschaft mit Emmerling<sup>41)</sup> in überzeugender Weise dargethan, indem er einer Mischung von Chloroform und Natriumacetessigäther statt Natriumäthylats Natriumamylat hinzufügte; es entstand nicht etwa ein Homologon der Oxyvitinsäure sondern die Oxyvitinsäure selbst, und dasselbe Resultat ergab sich, als man auf Mischungen von Chloroform mit Isobutylacetat oder Amylacetat Natrium einwirken liess. Versuche, aus dem Acetessigäther durch gelinde Oxydation neue Säuren zu erhalten, haben zu keinem Ergebnisse geführt; es wurden nur Essigsäure und Oxalsäure erhalten<sup>42)</sup>. Interessant ist dagegen das Verhalten des Acetessigäthers gegen Anilin; es entstehen Alkohol, Aceton und Diphenylharnstoff<sup>42)</sup>.

Bei seinen Untersuchungen über den Acetessigäther konnte es nicht fehlen, dass Oppenheim mit der schon früher von Geuther bei Forschungen auf diesem Gebiete aufgefundenen Dehydracetsäure,  $\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_4$ , zusammentraf. Die Natur dieser merkwürdigen Verbindung war damals noch ziemlich unvollkommen bekannt, vorzugsweise wohl, weil man sie nur schwierig und in kleiner Menge hatte gewinnen können. Oppenheim war so glücklich, in Gemeinschaft mit H. Precht<sup>43)</sup> eine sehr bequeme

und ergiebige neue Methode der Darstellung dieser Säure aufzufinden. Man braucht in der That nur den Dampf von Acetessigäther durch eine dunkelrothglühende eiserne Röhre, die mit Binstein gefüllt ist, zu leiten, um neben Alkohol und Aceton reichliche Mengen von Dehydracetsäure zu gewinnen. Bei gutgeleitetem Versuche beträgt die Ausbeute bis zu 23 p. C. des angewendeten Acetessigäthers. Die Hoffnung, dass sich die Dehydracetsäure auf demselben Wege auch aus Essigäther werde gewinnen lassen, hat sich jedoch nicht bestätigt<sup>44)</sup>; hier treten als Spaltungsproducte einfach Essigsäure und Aethylengas auf.

Einer genaueren Untersuchung der Dehydracetsäure stand indess nun kein Hinderniss mehr im Wege, und so wurden denn alsbald der Aether  $C_8H_7(C_2H_5)O_4$ , das Amid  $C_8H_7O_3NH_2$ , das Anilid  $C_8H_7O_3NHC_6H_5$ , eine chlorirte und eine bromirte Säure  $C_8H_7ClO_4$  und  $C_8H_7BrO_4$  und endlich ein Dehydracetylchlorid von der Formel  $C_8H_6O_2Cl_2$  dargestellt<sup>45)</sup>. Ferner wurde eine glatte Spaltung der Dehydracetsäure unter dem Einflusse der Alkalien in Essigsäure, Aceton und Kohlensäure beobachtet:



Am Schlusse der zweiten Mittheilung über diesen Gegenstand hat Oppenheim auch bereits eine Constitutionsformel für die Dehydracetsäure aufgestellt, in welcher sämmtlichen Ergebnissen des Versuches Rechnung getragen wird. Allein er betrachtet sie selbst nur als einen „ungefähren vorläufigen Ausdruck der bisher gewonnenen Anschauungen“. Die Arbeit ist unvollendet geblieben.

Ebenso sind Versuche, welche Oppenheim noch im Anfange dieses Jahres mit R. Hellon<sup>46)</sup> über die Darstellung des dem Acetessigäther homologen Propionylpropionsäureäthers  $C_{14}H_{14}O_3$  begonnen, nicht mehr zu Ende geführt worden. Dieser Aether wurde allerdings in Gestalt einer dem Acet-

essigäther ähnlich riechenden, bei  $199^{\circ}$  siedenden Flüssigkeit erhalten; allein die Umbildungen, welche zahlreiche bemerkenswerthe Ergebnisse zu liefern versprochen, sind nicht mehr studirt worden.

Gleichzeitig mit dem Studium des Propionylpropionsäureäthers haben Oppenheim auch noch Versuche über die Einwirkung des Schwefelkohlenstoffs auf den Acetessigäther<sup>47)</sup> im Laufe des letztverflossenen Winters beschäftigt. Diese in Gemeinschaft mit Th. Norton ausgeführten Untersuchungen haben zu sehr merkwürdigen Ergebnissen geführt. Wenn das Rohproduct, welches durch Behandlung von Essigäther mit Natrium entsteht, also die Mischung von Natriumacetessigäther und Natriumäthylat, mit Schwefelkohlenstoff in Berührung gebracht wird, so erfolgt schon bei gelinder Erwärmung eine lebhafte Reaction, und aus der dunkeln Flüssigkeit setzt sich eine braune Materie ab, aus welcher durch Umkrystallisiren ein in ziegelrothen Nadeln krystallisirendes Natriumsalz erhalten wird. Die Analyse des Salzes führte zu der Formel  $C_{10}H_{13}NaS_3O_4$ , und aus dem Natriumsalze konnte mit Salzsäure eine Säure abgeschieden werden, welche äusserlich viele Aehnlichkeit mit dem Azobenzol besitzt und, dem Natriumsalze entsprechend,  $C_{10}H_{14}S_3O_4$  enthält. Oppenheim und Norton bezeichnen diese Verbindung mit dem Namen Thiorufinsäure. Ganz andere Producte werden erhalten, wenn die Einwirkung des Schwefelkohlenstoffs auf den Acetessigäther in Gegenwart von Metalloxyden, Bleioxyd und Zinkoxyd, stattfindet. Es entstehen in diesem Fall schöne strohgelbe Nadelchen von der Zusammensetzung  $C_7H_8SO_3$ . Es braucht kaum darauf hingewiesen zu werden, dass die Bildungsweise und die Constitution dieser eigenthümlichen Verbindungen, für welche bis jetzt gar keine Analoga existiren, noch zu ermitteln sind. Oppenheim hatte die Absicht, die Erforschung des Propionylpropionsäureäthers sowie der Thiorufinsäure in Münster wiederanzunehmen, wohin ihn seine Mitarbeiter begleiten wollten. Das

Schicksal hat es anders gewollt; allein die Arbeiten werden deshalb nicht unvollendet bleiben, sie werden von seinen jungen Freunden, den H. R. Mellon und Th. Norton, weitergeführt werden.

Noch müssen wir, einen Augenblick wenigstens, bei der schriftstellerischen Thätigkeit unseres Freundes verweilen. Oppenheim schrieb schnell und elegant, und wenn aus seiner berufenen Feder umfangreichere selbständige Werke nicht hervorgegangen sind, so ist ihm offenbar die Zeit nicht vergönnt gewesen, sich in grössere Stoffe geistig so zu vertiefen, dass er selber befriedigt gewesen wäre. Um so öfter hat er kleinere Arbeiten geliefert oder sich an umfassenderen literarischen Unternehmungen betheilig.

Oppenheim's ungewöhnliche Sprachkenntnisse veranlassten ihn zunächst zu mehreren Uebersetzungen. Seine erste Wahl fiel auf ein Buch, welches von seinem Verfasser leider unvollendet gelassen worden ist. Im Herbst 1861 veröffentlichte Odling den ersten Theil eines „Handbuchs der Chemie“<sup>48)</sup>. Die Gerhardt-Laurent'sche Notation und die aus ihr hervorgegangenen Anschauungen waren bereits von der Mehrzahl der Fachgenossen adoptirt worden; aber wie in einem eroberten Lande die Neugestaltung der Dinge erst langsam und allmählich bis in die entferntesten Provinzen dringt, so war auch der Einfluss der neuen Ansichten, welche zumal durch das Studium der organischen Körper gewonnen worden waren, noch keineswegs in allen Gebieten der Chemie zur Geltung gekommen. Um so freudiger wurde das Odling'sche Buch begrüsst, welches den Fachgenossen die Erscheinungen auch der Mineralchemie im Lichte dieser Auffassungen vorführte und ihnen zeigte, wie überraschend einfach sich viele derselben gestalten. Das Buch hat schnell in allen Ländern eine weite Verbreitung gefunden; die vortreffliche deutsche Ausgabe<sup>49)</sup> desselben ist von Oppenheim bearbeitet worden. Es ist zu beklagen, dass Odling nicht

Müsse gefunden hat, das so glücklich begonnene Werk zu Ende zu führen; allein selbst als Fragment hat das Buch — das englische Original sowohl wie die deutsche Uebersetzung — sehr wesentlich zur schnellen Verbreitung der neuen Ansichten beigetragen.

Eine andere Arbeit dieser Art, welche wir Oppenheim verdanken, ist die Uebersetzung der bekannten „Geschichte der ehemischen Theorien“, welche A. Wurtz als Einleitung seines *Dictionnaire de Chimie* 1868 herausgegeben hat <sup>50)</sup>. Das Büchlein hat bekanntlich in unserem Vaterlande vom nationalen Standpunkte aus mehrfachen Widerspruch gefunden. Kein Unbefangener wird läugnen können, dass das elegant abgefasste Werkchen die Aufgabe, welche es sich stellt, die vorzüglichsten Entwicklungsmomente der chemischen Theorien in geschichtlicher Form kurz und allgemein verständlich zu schildern, in bewundernswürdiger Weise gelöst hat. Die durchsichtige Darstellung des Originals finden wir in der Oppenheim'schen Bearbeitung <sup>51)</sup> wieder, in welcher Niemand eine Uebersetzung erkennen wird.

Was die Betheiligung unseres Freundes an grösseren literarischen Unternehmungen anlangt, so verdienen vor Allem die ehemischen Biographien genannt zu werden, welche er für die „Allgemeine deutsche Biographie“ <sup>52)</sup> geschrieben hat. Nicht weniger als zweiunddreissig ehemischen Forschern hat er auf diese Weise ein Denkmal gesetzt. Das grosse lexieographisch geordnete Werk ist erst bis zu dem Buchstaben E gediehen, und unter den bereits erschienenen Biographien heben wir von denen Aelterer diejenigen des Basilius Valentinus, Beeher's, Brand's, Dippel's, von denen Jüngerer diejenigen Doebereiner's, Bolley's, H. L. Buff's, Carius', Engelbaeh's, Erdmann's noch besonders hervor.

Einen trefflichen Beitrag hat er auch zu dem bekannten Neumayer'schen Compendium für wissenschaftliche Rei-

sende <sup>53)</sup> unter dem Titel: „Ueber Sammlung und Aufbewahrung chemisch wichtiger Naturproducte“ geliefert.

Ebenso werde hier seiner Mitwirkung an dem Berichte über den chemischen Theil der Wiener Weltausstellung <sup>54)</sup> noch besonders gedacht. Sie besteht in einer höchst anziehend geschriebenen Monographie der Technologie des Sauerstoffs und Wasserstoffs, welche unter dem Titel „Die Elemente des Wassers“ dieses Werk eröffnet.

Noch soll nicht unerwähnt bleiben, dass der Artikel „Chemie“ in der neuen Ausgabe des Brockhaus'schen Conversationslexicons <sup>55)</sup> von Oppenheim herrührt, dass er zahlreiche Aufsätze für das „Neue Handwörterbuch der Chemie“ von H. v. Fehling geschrieben hat, und dass er regelmässiger Berichterstatter über die Sitzungen unserer Gesellschaft für die englische Wochenschrift „*Nature*“ gewesen ist.

Die letzte schriftstellerische Arbeit Oppenheim's betrifft die internationale Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel im Sommer 1876. Er war zum Zwecke der Berichterstattung über die chemische Section der Ausstellung von dem Preussischen Unterrichts-Ministerium nach Brüssel delegirt worden, und Viele der Aussteller und der die Ausstellung Besuchenden, deren Interessen er sich während eines mehrmonatlichen Aufenthalts in Brüssel mit liebenswürdigster Uneigennützigkeit widmete, haben Gelegenheit gehabt, ihn würdigen zu lernen. Dem umfassenden Bericht, welcher über die Brüsseler Ausstellung veröffentlicht worden ist <sup>56)</sup>, dient als Einleitung ein interessanter Aufsatz: „Allgemeiner Ueberblick“, der aus der Feder unseres Fremdes stammt. Ueber den chemischen Theil der Brüsseler Ausstellung hat er auch unserer Gesellschaft noch eingehende Mittheilung gemacht. Es war einer der letzten Vorträge, welche er in unserer Mitte gehalten hat.

Die der Versammlung vorgelegte Skizze hat es versucht, die wichtigsten Lebensmomente Oppenheim's zusammenzufassen, zumal aber seine so jählings unterbrochene wissenschaftliche Thätigkeit im flüchtigen Umrisse zu zeichnen; allein ich fühle, dass mein Bild des Mannes ein sehr unvollkommenes wäre, unterliesse ich es, im Anschluss an die treffenden Andeutungen, welche seine Lehrer und nachmaligen Freunde Wöhler und Wurtz bereits gegeben haben, hier nochmals seines liebenswürdigen Charakters zu gedenken; und ich freue mich desshalb, dass gerade in diesem Sinne auch die Hand eines seiner Studiengenossen dem Heimgegangenen ein Blatt der Erinnerung gewidmet hat, welches wir dieser Skizze einfügen.

Die folgenden Zeilen sind von Heinrich von Treitschke:

„Ich lernte Alphons Oppenheim vor fünfundzwanzig Jahren kennen, als er von der Schule weg nach Bonn kam und in unsere Burschenschaft eintrat. Er gewann bald unser Aller Herzen, wie er sich so glücklich in die Freuden der akademischen Freiheit und des heiteren rheinischen Lebens stürzte, stets der Fröhlichste in unserer lauten Runde, unendlich empfänglich, sprudelnd von witzigen Einfällen, mit Vers und Prosa rasch bei der Hand. Vor seiner rückhaltlosen Aufrichtigkeit gab sich Jeder wie er war; er besass eine glückliche Gabe, den übermüthigen Spott seiner Freunde herauszufordern und lachend zu ertragen, ohne sich je wegzuworfen. Dabei ging er ganz und gar nicht in flacher Lustigkeit auf. Ich habe ihn auch in seinen ausgelassensten Studentenjahren nie anders als fleissig gesehen, tief dankbar gegen seine Lehrer, nach allen Seiten hin sich zu bilden bemüht; sein Gespräch kehrte von den Ausbrüchen muthwilliger Laune immer gern zu dem Ernstern und Bedeutenden zurück; und obwohl sein liebevolles Herz jeden irgend erträglichen Menschen gelten liess und von der guten Seite nahm, so

schloss er sich doch zu nahem Umgang nur an die Tüchtigsten seines Kreises an. In unseren Ansichten gingen wir Beide damals noch weit auseinander; er dachte über religiöse und politische Fragen durchaus radical und träumte gern von weltbürgerlichem Völkerfrieden; aber es war ein lebenswürdiger Radicalismus, der aus dem Herzen kam, ein ehrlicher Glaube an die Güte und Bildungsfähigkeit der Menschheit. Nachher habe ich in Göttingen und Paris wieder mit ihm zusammengelebt und seine hülfreiche Güte, sein theilnehmendes Verständniß, die feste Treue seiner Freundschaft an mir und Anderen oft erfahren; selten ist mir ein Mann begegnet, der so ganz frei von Selbstsucht, so ganz Hingebung an Andere war. In seiner wissenschaftlichen Laufbahn kam er langsam vorwärts. Sein unruhiger Geist lernte erst spät seine Kräfte auf ein fest begrenztes Ziel zu versammeln; sich in der Welt zur Geltung zu bringen verstand er garnicht, und was man Glück nennt, hat er nie gehabt.

„Als ich ihn nach langer Zeit hier in Berlin wiedersah, fand ich ihn reifer und gemässigter in seinen Meinungen, aber auch weit ernster und stiller als vor Jahren. Er hatte sich ein Haus gegründet, das sein bestes Glück war, und als Lehrer eine befriedigende Wirksamkeit gefunden. Wie oft während seines langen Verweilens im Auslande hatte er die Missachtung des deutschen Namens bitter beklagt; jetzt, da das Jahr 1866 die Schmach unserer Zersplitterung beendet hatte, erkannte er dankbar das Glück, einem mächtigen und freien Staate anzugehören. Eigenrichtige Tadelsucht lag seinem bescheidenen Sinne fern, die bildungsfeindliche Rohheit des modischen Radicalismus widerte ihn an; so lernte er die erhaltenden Kräfte, welche den Bau des Staates und der Gesellschaft tragen, unbefangener würdigen und söhnte sich rasch mit der neuen Ordnung der deutschen Dinge aus. Herzlich und theilnehmend war er noch wie vor Alters, doch

die glückliche Heiterkeit seines Wesens war nicht mehr ungetrübt. Die Sorge um seine hoffnungslos erkrankte Frau lastete schwer auf ihm. Als wir im letzten Frühjahr zum Abschiedsfeste um ihn versammelt waren und ihm von allen Seiten so viele Zeichen der Achtung, der Anerkennung und Liebe entgegengebracht wurden, da ahnte ich wohl, dass unser scheidender Freund schweren Tagen entgegenging; ich hoffte aber, die neue selbständige Thätigkeit in Münster werde ihm einigen Trost gewähren für den harten Verlust, der unvermeidlich bevorstand. Es sollte nicht sein. Dies treue, freundliche, liebevolle Herz schlägt nicht mehr, und uns Allen, die wir ihm einst in sonnigen Jugendtagen nahegestanden, ist eine Lücke in unser Leben geschlagen.“

Was lässt sich solchen Worten aus solchem Munde noch hinzufügen? Ich habe nichts anderes zu thun als dem, was Oppenheim's Jugendfreund so schön gesagt hat, aus voller Seele beizustimmen. Wohl gehen meine Erinnerungen nicht bis in die Jugend des Geschiedenen zurück, mit dem ich erst in späteren Jahren näher bekannt geworden bin. Nach einer flüchtigen Begegnung in der Metropolis an der Themse knüpften sich engere Beziehungen erst an, nachdem Oppenheim seinen Wohnsitz dauernd in Berlin aufgeschlagen hatte, um sich an unserer Universität dem Lehrfache der Chemie zu widmen. Seine Uebersiedelung war just erfolgt, als sich in glücklicher Stunde die hiesigen Fachgenossen zu dem schönen Vereine gesellten, welcher vor wenigen Tagen seine erste Dekade zurückgelegt hat. Er kam gerade noch rechtzeitig, um an der Stiftung der Gesellschaft Theil zu nehmen, welcher er so grosse Dienste leisten sollte. Fast um dieselbe Zeit war das neue chemische Laboratorium der Berliner Hochschule zur Vollendung gediehen, und unser Oppenheim war einer der Ersten, welcher das den jüngeren Docenten zur Verfügung stehende Auditorium des neuen Instituts benutzte und in den Arbeitssälen desselben als Gast eine Stelle an-

nahm, von welcher er sich während der in Berlin verlebten Jahre nicht mehr getrennt hat. Und nun entwickelte sich aus dem täglichen wissenschaftlichen Verkehr langsam und allmählich — wie dies zwischen zwei Männern von so verschiedenem Alter nicht anders sein konnte — ein Freundschaftsverhältniss, auf welches ich nicht aufhören werde, in Wehmuth und Dankbarkeit zurückzublicken. Es würde schwer gewesen sein, einen liebenswürdigeren Arbeitsgenossen zu finden, Einen, der die Erfolge Anderer mit grösserem Jubel begrüsst hätte, Einen, der mehr bereit gewesen wäre, selbstlos die Schärfe des eigenen Geistes an der Förderung fremder Arbeit zu versuchen, indem er den Fremden die goldenen Früchte seiner gereiften Erfahrung und den reichen Schatz seiner umfassenden Belesenheit ohne Rückhalt zu freier Benutzung darbot. Und wenn, die sich der Arbeitsgenossenschaft Oppenheim's erfreuten, in Dankbarkeit seiner nie müdewerdenden Dienstwilligkeit gedenken, so sind ihnen nicht minder wohlthunende Erinnerungen die unerschütterliche Ruhe und der nie sich verläugnende Gleichmuth, welche er sich in den vielfältigen, Geduld und Ausdauer auf die Probe stellenden Wechselfällen der chemischen Forschung zu bewahren wusste. Das Misslingen einer Verbrennung, selbst wenn das erwartete Resultat die Erfüllung lange gehegter Hoffnungen in Aussicht stellte, oder das Verunglücken einer Digestionsröhre, und wäre mit der in die Lüfte zerstobenen Substanz der Schweiss von Wochen verloren gewesen, vermochte nur für Augenblicke den Ausdruck der Heiterkeit zu stören, welcher den Zügen unseres geschiedenen Freundes eigen war. Oppenheim war von Hause aus nicht eben besonders glücklich für die Experimentation veranlagt, und nur unablässige Uebung und unverwüthliche Ausdauer hatten ihm Schwierigkeiten zu überwinden gelehrt, welche Andere, von der Natur nach dieser Richtung hin mehr Begünstigte, kaum behelligt haben. Dafür konnten dann aber auch die kleinen Neckereien des Schick-

sals, welche nicht selten das Gelingen gerade der mit der grössten Sorgfalt angestellten Versuche vereiteln, unserem Fremde Nichts anhaben. Mit eiserner Entschlossenheit, der kein der Wissenschaft gebrachtes Opfer zu gross erschien, hatte er auch in der nächsten Stunde schon die Vorbereitungen zu einer neuen Analyse begonnen oder sich angeschickt, das verlorengegangene Material durch eine neue Kraftanstrengung wiederzugewinnen.

Und dieselben Tugenden, die uns Oppenheim als den lebenswürdigen Collegen erscheinen liessen, dasselbe maassvolle Wesen, welches wir in allen Phasen seiner Forscherlaufbahn bewunderten, bewährte sich bei ihm auch — wie hätte es anders sein können? — im weiteren Kreise des Verkehrs mit den Menschen. Eine seltene Gewandtheit im Umgang und vollendete Sicherheit des Auftretens liessen alsbald den allseitig gebildeten Mann erkennen, der die mannichfachsten Verhältnisse gesehen hat und daher mit den Formen der besten Gesellschaft vertraut war. Aber mehr noch als die umfassende Kenntniss der Menschen und der Dinge, welche er im geselligen Verkehr bekundete, mehr noch als der Hanch der Amnuth, mit welchem sein beweglicher Geist diesen Verkehr zu beleben verstand, mehr noch waren es seine Bescheidenheit, seine Wahrheitsliebe und seine echte Herzensgüte, in einem Worte die sein ganzes Wesen durchdringende wahre Humanität, die ihm Aller Zuneigung gewann. Nichts war ihm peinlicher als der Gedanke, irgend Einem, wenn auch nur vorübergehend, wehegethan zu haben, und so kam es, dass der feine attische Witz des Mannes, der in den geistreichsten Einfällen und in den glücklichsten Erwiederungen sich kundgab, niemals eine persönliche Richtung nahm. Daher aber auch die zahlreichen Freunde, die sich überall um ihn scharten, wo er sich längere Zeit heimisch gemacht hatte. Dies ist zumal hier in Berlin der Fall gewesen. Oppenheim's persönliche Beziehungen verzweigten

sich weit über die enge Umgrenzung der eigentlichen Fachgenossenschaft hinaus in die verschiedensten Kreise der Berliner Gesellschaft. Er sowohl wie seine Frau liebten die Geselligkeit, eine Neigung, welcher leider der unsichere Gesundheitszustand der Letzteren nach Aussen hin eine oft mühersteigliche Schranke setzte. Um so reicher aber entfaltete sich eine amnuthige Geselligkeit im eigenen Hause, unter dessen gastlichem Dache hervorragende Glieder der Künstler- und Gelehrtenwelt, des Beamtenthums, industrieller und mercantiler Kreise zusammentrafen. Jedermann fühlte sich von dieser harmonisch entfalteten Menschenatur angezogen, welche einen so beruhigenden, wohlthuenden Einfluss auf ihre Umgebung ausübte.

Wie zahlreich Oppenheim's Freunde waren und wie verschiedenen Berufssphären sie angehörten, hat sich in unzweideutiger Weise bei dem Festmahle ergeben, zu welchem sich dieselben kurz vor seiner Abreise von Berlin zusammenfanden. Und wie sehr ihm Alle zugethan waren, Wer hätte es nicht in der Stimmung der Festgenossen an jenem Abende gelesen? Wohl war diese Stimmung eine gehobene, wohl war in Rede und Gegenrede manches geflügelte Wort erklingen, wohl hatte die Kunst des Dichters und des Zeichners mit freigebigter Hand dem Feste ihren Schmuck geliehen; aber trotzdem waren die Gäste in dem Vorgefühle der Trennung befangen, freilich nur in dem einer Trennung in Zeit und Raum, dem Keiner, welcher dem Scheidenden die Hand drückte, konnte ahnen, dass es ein Lebewohl war auf immer.

Wer sich der engeren Freundschaft des Geschiedenen erfreut hat, Wem das Glück beschieden war, in die reine Tiefe dieser *anima candidissima* hineinzublicken, der könnte wohl denken, dass eine so glücklich begabte, eine so wohlwollend geartete Natur den Weg durch's Leben gefunden hätte, ohne von der Unbill desselben berührt zu werden. Aber welcher Sterbliche wäre solchen Glückes theilhaftig ge-

worden? Auch Oppenheim ist nicht ohne Anfeindungen geblieben; aber — seltsam genug! — gerade einer der schönsten Züge seines Charakters ist Veranlassung gewesen, seine Gesinnungen zu bezweifeln. Das Gefühl der Dankbarkeit kannte bei ihm keine Grenze. Wie wäre es möglich gewesen, dass er die Hochachtung und Verehrung für Männer, von denen er mit Wohlwollen überhäuft worden war, auch nur einen Augenblick hätte verläugnen können, selbst als ein blutiger Krieg uns die Nation, der sie angehörten, auf Jahre entfremdet hatte? Was Oppenheim als ein Mangel an Patriotismus ausgelegt worden ist, war in Wirklichkeit nichts anderes als der furchtlos kundgegebene Ausdruck unverbrüchlicher Dankbarkeit für empfangene Wohlthaten und unerschütterlichen Festhaltens an einmal geschürztem Freundschaftsbunde. Auch ist die Anklage längst verstummt, seit sich die Woge der politischen Erregung geebnet hat. Es verlohnt sich deshalb auch heute kaum mehr, ob solcher doch auch nur von Wenigen gehegten Zweifel für den Dahingeshiedenen eine Lanze zu brechen, und wir wollen uns lieber eines schönen Wortes erinnern, mit welchem er gelegentlich einiger Bemerkungen über den von ihm in unseren Berichten veröffentlichten Nekrolog Engelbach's seine Entgegnung schloss: „Ich glaube,“ sagte er, „dass den Todten, welche wir achten, vor Allem Eines gebühret, der Friede über ihrem Grabe“<sup>57</sup>).

Seltsam, es sind die letzten Worte, welche Oppenheim überhaupt in den Berichten unserer Gesellschaft verzeichnet hat. Ob er geahnt, dass sich sobald schon das Grab über ihm selber schliessen werde?

Ich bin an's Ende gelangt.

Die Deutsche chemische Gesellschaft hat in Oppenheim einen hervorragenden Vereinsgenossen verloren, der ihr im Leben die besten Kräfte weihte und selbst im Tode noch sein Interesse für ihr Wohl bethätigte, indem er sie zur Erbin seiner prachtvollen Büchersammlung eingesetzt hat.

Vielen in dieser Versammlung hat er durch die Gemeinschaft des Studiums und der Forschung nähergestanden, Einigen ist er in mehr als einem Sinne College gewesen, Andere wieder haben sich seiner Freundschaft rühmen dürfen, noch Andere endlich haben nur im weiteren Kreise der Gesellschaft mit ihm verkehrt; aber wir Alle, die wir so glücklich gewesen sind, dem Heimgegangenen, sei es auf dem Gebiete der Wissenschaft, sei es auf den Pfaden des Lebens, zu begegnen, wir Alle werden nicht aufhören, uns in Liebe des trefflichen Forschers und des edlen Mannes zu erinnern, wir Alle werden das Andenken an sein kurzes aber bedeutungsvolles Wirken unter uns in theilnahmvollem Herzen bewahren!

---

## Literaturnachweise.

- S. 322. <sup>1)</sup> Beobachtungen über das Tellur und einige seiner Verbindungen. Dissertation. Göttingen 1857. J. pr. Ch. LXXV, 266. (1857)
- S. 323. <sup>2)</sup> J. pr. Ch. LXXXI, 308. (1860) — <sup>3)</sup> Bull. Soc. chim. [2] I, 163. (1864)
- S. 324. <sup>4)</sup> Ber. chem. Ges. V, 979. (1872) — <sup>5)</sup> J. pr. Ch. LXXXI, 305. (1860)
- S. 325. <sup>6)</sup> *On the Comparative Value of certain salts for rendering Fabrics Non-inflammable; being the substance of a Paper read before the British Association, at the Meeting in Aberdeen Sept. 15, 1859. By Fred. Versmann, F. C. S., and Alphons Oppenheim, Ph. D.* London. Vergl. auch Nekrolog auf Thomas Graham S. 24.
- S. 327. <sup>7)</sup> Bull. Soc. chim. [2] II, 419. (1864) — <sup>8)</sup> Ebend. III, 97. (1865) — <sup>9)</sup> Ebend. VI, 364. (1866) — <sup>10)</sup> Ebend. IV, 84. (1865); Lieb. Ann. CXXIX, 149. (1864)
- S. 328. <sup>11)</sup> Bull. Soc. chim. [2] VII, 518. (1866) — <sup>12)</sup> Ber. chem. Ges. V, 94 und 628. (1872)
- S. 329. <sup>13)</sup> Ber. chem. Ges. V, 631. (1872) — <sup>14)</sup> Ebend. 627. — <sup>15)</sup> Ebend. VI, 915. (1873) — <sup>16)</sup> Ebend. VII, 625. (1874) — <sup>17)</sup> Bull. Soc. chim. [2] II, 6. (1864)
- S. 330. <sup>18)</sup> Bull. Soc. chim. [2] IV, 434. (1865) — <sup>19)</sup> Ebend. VI, 3. (1866) — <sup>20)</sup> Ebend. X, 128. (1867)
- S. 331. <sup>21)</sup> Lieb. Ann. Suppl. VI, 353. (1868); Ber. chem. Ges. II, 212. (1869) und III, 735. (1870) — <sup>22)</sup> Bull. Soc. chim. [2] II, 97. (1864)
- S. 332. <sup>23)</sup> Ber. chem. Ges. IV, 669. (1871) — <sup>24)</sup> Bull. Soc. chim. [2] VI, 6. (1866) — <sup>25)</sup> Ber. chem. Ges. II, 46. (1869) — <sup>26)</sup> Ebend. IV, 669. (1871)
- S. 333. <sup>27)</sup> Ber. chem. Ges. III, 757. (1870) — <sup>28)</sup> Bull. Soc. chim. [2] IV, 99. (1865)
- S. 334. <sup>29)</sup> Bull. Soc. chim. [2] X, 221. (1867) — <sup>30)</sup> Ber. chem. Ges. VI, 1392. (1873) — <sup>31)</sup> Ebend. VII, 623. (1874) — <sup>32)</sup> Ebend. VIII, 1032. (1875) — <sup>33)</sup> Ebend. VII, 1622. (1874) — <sup>34)</sup> Ebend. VIII, 890. (1874) — <sup>35)</sup> Ebend. III, 442. (1870) — <sup>36)</sup> Ebend. V, 1051. (1872) — <sup>37)</sup> Ebend. VII, 929. (1874) und VIII, 884. (1875)
- S. 335. <sup>38)</sup> Ber. chem. Ges. IX, 326. (1876) — <sup>39)</sup> Ebend. 1094. — <sup>40)</sup> Ebend. 318.

- S. 336. <sup>41)</sup> Ber. chem. Ges. IX, 1096. (1876) — <sup>42)</sup> Ebend. 1098. — <sup>43)</sup> Ebend. 323.
- S. 337. <sup>44)</sup> Ber. chem. Ges. IX, 325. — <sup>45)</sup> Ebend. 1099. (1876) — <sup>46)</sup> Ebend. X, 699. (1877)
- S. 338. <sup>47)</sup> Ber. chem. Ges. X, 701. (1877)
- S. 339. <sup>48)</sup> *A Manual of Chemistry descriptive and theoretical, by William Odling. Part I. London 1861.* — <sup>49)</sup> Beschreibendes und theoretisches Handbuch der Chemie von William Odling. Deutsche vom Verfasser autorisirte Bearbeitung von Dr. Alphons Oppenheim. Bd. I. Erlangen 1865.
- S. 340. <sup>50)</sup> Wurtz, *Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier jusqu'à nos jours. Paris 1868.* — <sup>51)</sup> Geschichte der chemischen Theorien seit Lavoisier bis auf unsere Zeit, von Ad. Wurtz. Deutsch herausgegeben von Alphons Oppenheim. Berlin 1870. — <sup>52)</sup> Allgemeine deutsche Biographie. Auf Veranlassung und mit Unterstützung der historischen Commission bei der Königl. Akademie der Wissenschaften in München. Herausgegeben von R. Freiherrn v. Liliencron und Prof. F. H. Wegele. Leipzig.
- S. 341. <sup>53)</sup> Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Kaiserlichen Marine, herausgegeben von Dr. G. Neumayer, Hydrographen der Kaiserl. Admiralität. Berlin 1875. — <sup>54)</sup> Bericht über die Entwicklung der chemischen Industrie während des letzten Jahrzehends. Im Verein mit Freunden und Fachgenossen erstattet von A. W. Hofmann. Braunschweig 1875. — <sup>55)</sup> Bd. IV, 1876. — <sup>56)</sup> Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, herausgegeben von Georg Varrentrapp und Alexander Spiess. Bd. IX, 365. (1877)
- S. 348. <sup>57)</sup> Ber. chem. Ges. X, 1286. (1877)
-







HEINRICH BUFF.

Geb. 23. Mai  
1805.

Gest. 24. Decbr.  
1878.

HEINRICH BUFF.

---

GEDÄCHTNISSWORTE

GESPROCHEN

IN DER SITZUNG

DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT

AM 13. JANUAR 1879.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“.

XII, 1. (1879)

## HEINRICH BUFF.

*I am constant as the northern star.*  
Shakespeare.

Es ist mir eine schmerzliche Pflicht, unsere erste Sitzung im neuen Jahre mit einer Trauerbotschaft eröffnen zu müssen.

Am 24. December vorigen Jahres ist der Gesellschaft ihr Ehrenmitglied Heinrich Buff, Professor der Physik an der Universität Giessen, durch den Tod entrissen worden. Mit ihm ist wieder ein Forscher aus dem schon recht klein gewordenen Kreise von Gelehrten geschieden, welche sich gegen die Mitte dieses Jahrhunderts hin um die mächtige Persönlichkeit Liebig's geschaart und durch ihr wunderbares Zusammenwirken an der kleinen hessischen Universität an der Lahn während einiger Jahrzehende einen Anziehungspunkt für die aufstrebende Generation der chemischen Forscher aller Nationen geschaffen hatten.

Heinrich Buff hatte sich ursprünglich der Chemie gewidmet. Nach Erwerb der philosophischen Doctorwürde in Giessen war er in das gerade dort eröffnete Laboratorium eingetreten und so einer der ersten Schüler Liebig's geworden, mit dem er fast gleiches Alter hatte. Damals glaubte der junge Chemiker Neigung für eine praktische Laufbahn in sich zu spüren und trat desshalb während einiger Zeit in die grosse Kestner'sche Fabrik zu Thann im Elsass ein, um die chemische Grossindustrie kennen zu lernen. Allein bald gewann die Lust an der reinen Wissenschaft wieder die Oberhand bei ihm, und er ging auf Liebig's Empfehlung

nach Paris, wo er das Glück hatte, mehrere Jahre lang mit Gay-Lussac in Beziehung zu stehen, welcher den jungen Mann, um ihm die Fortsetzung experimentaler Studien zu ermöglichen, in sein Laboratorium aufnahm. Der Umgang mit dem berühmten französischen Forscher war bestimmend für seinen Lebensweg. Während er sich früher ausschliesslich mit chemischen Studien beschäftigt hatte, waren es nunmehr physikalische Aufgaben, zumal aber Forschungen auf den Grenzgebieten zwischen Physik und Chemie, denen er sich mit Vorliebe zuwendete. Nach seiner Rückkehr aus Frankreich habilitierte sich Buff als Privatdocent in Giessen und wurde bald darauf Lehrer der Physik und der Maschinenlehre an der höheren Gewerbeschule in Cassel, wo er mit Bunsen zusammen wirkte, um dann gegen das Ende der dreissiger Jahre als Professor der Physik nach Giessen zurückberufen zu werden. Dort hat er während eines Zeitraums von vier Decennien eine Lehrthätigkeit geübt, deren segensreicher Erfolg in der dankbaren Erinnerung seiner zahlreichen Zuhörer fortlebt, gleichzeitig aber und im Verein mit seiner Wirksamkeit als Lehrer ein Forscherleben entfaltet, wie es nicht schöner gedacht werden kann.

Sie erwarten nicht, dass ich es versuche, wenn auch nur in grossen Zügen, die lange Reihe hervorragender Arbeiten darzulegen, welche Heinrich Buff während dieser vielen Jahre auf den wichtigsten Gebieten der Physik — wie in der Lehre von der Bewegung der Luft und des Wassers, von der Elasticität, so in fast allen Theilen der Wärmelehre, so zumal in der Elektrizitätslehre ihrem ganzen Umfange nach — ausgeführt hat. Ein specieller Fachgenosse des Dahingeshiedenen wird uns — ich zweifle nicht daran — das Bild dieser fruchtbaren Thätigkeit in entsprechendem Rahmen entrollen\*). Aber

---

\*) In „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“ XIV, 2867. (1881) haben Buff's Freunde, H. Kopp in Heidelberg und C. Bohm in

ich will es mir nicht versagen, Sie heute an die bahnbrechenden chemischen Forschungen zu erinnern, welche wir Heinrich Buff verdanken. Eine gemeinschaftlich mit seinem Freunde Friedrich Wöhler unternommene Untersuchung über die elektrische Einwirkung des Aluminiums auf neutrale Chloride führte zu der wichtigen Entdeckung des Siliciumwasserstoffs\*). Bei der im Anschluss an diese Beobachtung studirten Einwirkung der Salzsäure, der Brom- und Jodwasserstoffsäure auf das Silicium entdeckten die beiden Forscher die merkwürdigen Körper, welche wir heute als das Chloroform, das Bromoform und das Jodoform der Siliciumreihe betrachten. Die ersten Anfänge einer der Chemie der Kohlenstoffverbindungen entsprechenden Chemie des Siliciums waren hiermit gegeben.

Auch bleibt es unvergessen, was er durch seine literarische Wirksamkeit den Chemikern geworden ist. Sein „Versuch eines Lehrbuchs der Stöchiometrie“ war eine der ersten Arbeiten auf diesem Gebiete. Durch seine „Grundzüge der Experimentalphysik mit Rücksicht auf Chemie und Pharmacie“, besonders aber durch das mit seinen Freunden Hermann Kopp und Friedrich Zaminer gemeinschaftlich geschriebene „Lehrbuch der physikalischen und theoretischen Chemie“, welches die Einleitung zu dem bekannten Graham-Otto'schen Werke bildet, hat er sich um die physikalische Ansbildung der jüngeren Generation von Fachgenossen ein bleibendes Verdienst erworben. Auch wollen wir in einer Gesellschaft, welche zumal der chemischen Forschung gewidmet ist, uns stets mit besonderem Danke erinnern, dass Heinrich Buff ein Mitbegründer des Liebig-Kopp'schen „Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie“ gewesen ist, eines Werkes, ohne dessen Hülfe die chemische Forschung der Gegenwart thatsächlich nicht mehr gedacht werden kann.

---

Aschaffenburg unter dem Titel „Heinrich Buff's wissenschaftliche Leistungen“ eine treffliche Schilderung der Lebensarbeit des Mannes gegeben.

\*) Vergl. Briefwechsel zwischen Justus Liebig u. Friedr. Wöhler. II, 59.

Noch mag es Demjenigen, der als Schüler zu Buff's Füßen gesessen hat, der sich später seiner brüderlichen Freundschaft rühmen durfte, der seit seiner Studienzeit, Jahr um Jahr, persönlich mit ihm verkehrte, sei's unter dem gastlichen Dache des Freundes, sei's am eigenen Herde, sei's dass er mit ihm die Alpen oder den Apennin durchstreifte, ihm mag es wohl anstehen, dass er am hentigen Abend in diesem Kreise theilnehmender Fachgenossen des lebenswürdigen Wesens des seltenen Mannes gedenke.

Heinrich Buff stammte aus einer Familie, aus welcher eine in weitestem Kreise bekant gewordene edle Frauengestalt hervorgegangen ist. Sein Vater war der Bruder jener unvergesslichen Charlotte Buff, deren herrliches Bild, von Goethe's Meisterhand gezeichnet, in dem Gedächtnisse des deutschen Volkes fortlebt. Wie oft sind die Freunde im Umgange mit dem Dahingeshiedenen an dieses Bild erinnert worden! Derselbe hohe Sinn, dieselbe Einfachheit der Sitte, dieselbe unveränderliche Harmonie der Stimmung, dasselbe kindlichheitere, jedem harmlosen Scherze zugängliche Gemüth, dieselbe gewinnende Form im Umgang, ja selbst in der äusseren Erscheinung! Haben doch viele der Freunde in seinem milden aber gleichwohl männlich schönen Antlitz einen Zug der Aehnlichkeit mit dem Portrait seiner unvergleichlichen Tante zu erkennen geglaubt!

Ja, Heinrich Buff war eine glücklich angelegte Natur! Mit schneidiger Schärfe des Geistes einigte sich bei ihm eine unerschöpfliche Güte des Herzens, so dass ein herbes Urtheil, welches der Verstand nicht umhin konnte zu fällen, durch das Wohlwollen, mit dem es zum Ausdruck gebracht wurde, zur Hälfte seinen Stachel verloren hatte. So kam es, dass er, obwohl von unerbittlicher Strenge gegen sich selbst, Anderen gegenüber stets nachsichtig erschien. Von einer Uneigennützigkeit der Gesinnung, in welcher das eigene Selbst kaum eine Stätte fand, von einer Bernfstreue, welcher jede

andere Rücksicht weichen musste, voller Theilnahme für jedwede Aufgabe eines Anderen, wie weit sie auch von seinem Arbeitsgebiete abliegen mochte, und Ansicht oder Rath mit einer Wahrheitsliebe aussprechend, welcher jeder Winkelzug fremd war, aber immer mit der anspruchslosen Bescheidenheit, wie sie nur überlegenen Menschen eigen ist, von einer Hilfsbereitschaft, welche keine Mühe scheute, im Verkehr von einer sich unausgesetzt gleichbleibenden Heiterkeit, die zumal in jüngeren Jahren selbst einem ausgelassenen Scherze nicht abhold war, aber dabei immer von einer würdevollen Haltung, welche jeder Zweideutigkeit das Wort abschneidet und den Unberufenen ferne hielt, — kann es uns Wunder nehmen, dass ein so glücklich gearteter Charakter auf den Kreis seiner Angehörigen, seiner Freunde, seiner Schüler einen Zauber übte, von dem sich Alle, die in demselben verkehrten, sympathisch angeweht fühlten?

Wohl konnte es Denjenigen, der zuerst in diesen Kreis eintrat, befremdlich berühren, dass er, eben noch mit entgegenkommender Höflichkeit begrüsst, sich in der nächsten Viertelstunde bereits in eine lebhaft Discussion verstrickt sah, wenn er nicht etwa schon von der Bewegung stürmischer Debatte mitergriffen war. Diese Lust an der Controverse war eine Eigenthümlichkeit des Mannes, welche dem Verkehr mit ihm einen besonderen Reiz verlieh. Niemand konnte auch nur für einen Augenblick wähen, dass er einer rechthaberischen Disposition gegenüberstehe; Jeder fühlte, dass diese lebhaft Natur für ihr Wohlbefinden einer beständigen geistigen Bewegung bedurfte, gerade so wie es Organismen giebt, denen unausgesetzte Körperbewegung Lebensbedingung ist. So kam es, dass diese disputatorische Neigung den Aeltern eine stets willkommene Würze der Unterhaltung, den Jüngeren eine unerschöpfliche Quelle der Belehrung ward. Auch ist Buff des seltenen Glückes theilhaftig geworden, dass er sich jederzeit als Mittelpunkt eines schönen Kreises warmer Freunde

fühlen durfte. Zwar waren es nicht Viele, denen er diesen Namen zugestand, aber an Denen, welchen er einmal seine Zuneigung geschenkt hatte, hielt er mit unverbrüchlicher Treue fest. Von dieser Unwandelbarkeit seiner Gesinnung war auch Jedweder überzeugt, der seine Freundschaft gewonnen hatte. Jeder wusste, dass er, wie immer die Wechselfälle des Lebens sich gestalten mochten, auf die opferfrende Hingebung, auf den thatkräftigen Beistand des Mannes rechnen konnte. Kein Wunder, dass ihm ähnliche Gesinnungen auch von Denen, welche er in sein Herz eingeschlossen hatte, entgegengebracht wurden, und dass die Freundschaftsbündnisse, welche er eingegangen war, sich unverändert bis zum Tode erhalten haben. Von Denen, mit welchen er am liebsten verkehrte, und denen seine innigste Zuneigung gehörte, seien hier nur Justus Liebig und Friedrich Wöhler, Hermann Kopp und der früh verstorbene Friedrich Zamminer genannt.

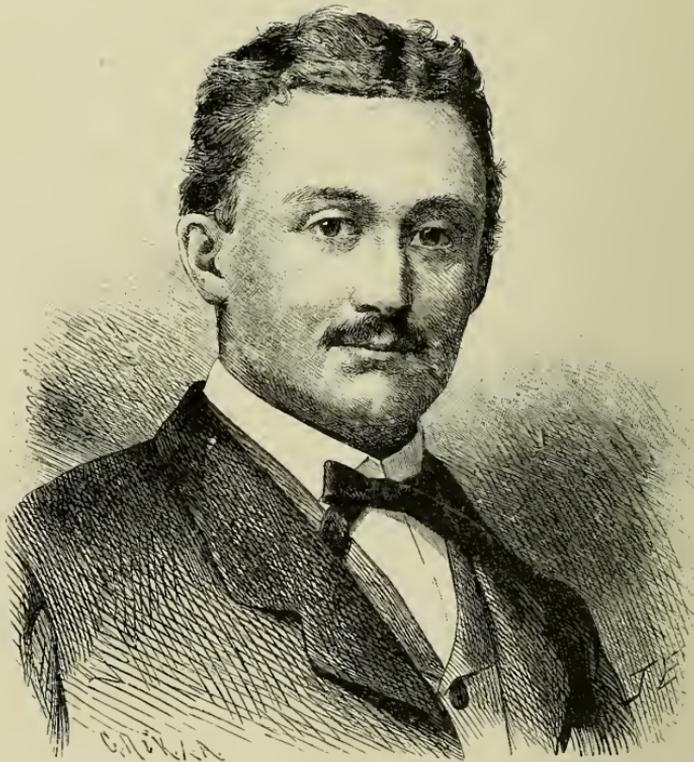
Der Heimgegangene war am 23. Mai 1805 zu Rödelheim bei Frankfurt a. M. geboren, er hatte also das Alter, welches so oft als die Grenze des menschlichen Lebens betrachtet wird, bereits überschritten. Fügen wir dem in dieser flüchtigen Skizze bereits Gesagten noch hinzu, dass seine Tage inmitten der glücklichsten Familienverhältnisse dahingeflossen sind unter Lebensbedingungen, gleichweit entfernt von der Klippe des Ueberflusses wie von dem Drucke des Bedürfnisses, dass er sich einer unvergleichlichen Gesundheit erfreut hat, welche ihm gestattete, unablässig während eines halben Jahrhunderts eine fruchttragende Thätigkeit in der Wissenschaft seiner Wahl zu üben, dass ihm, wenn auch Krankheit zeitweise die letzten Jahre trübte, die Klarheit des Geistes und die Kraft und Lust zur Arbeit bis an's Ende treu geblieben sind, so dürfen wir wohl sagen, dass hier ein schönes, reiches Leben seinen von dem merkwürdlichen Naturgesetze geforderten Abschluss gefunden hat.

Die Angehörigen, die Freunde, die Schüler, welche wohl gehofft und geglaubt hatten, dass diese eiserne Natur, in ihrer seltenen Vereinigung von geistiger und körperlicher Kraft, auf noch längere Dauer angelegt sei, werden gleichwohl den Verlust des geliebten Gatten und Vaters, des theuren Freundes, des hingebenden Lehrers lange und schmerzlich empfinden; Denen aber, welche mit ihm die sonnigen Pfade der Jugend gezogen sind, ist durch seinen Tod eine Lücke entstanden, die sich nicht wieder schliessen wird!

---







PAUL MENDELSSOHN BARTHOLDY.

Geb. 18. Jan.  
1841.

Gest. 16. Febr.  
1879.

PAUL MENDELSSOHN BARTHOLDY.

---

GEDÄCHTNISSWORTE

GESPROCHEN

IN DER SITZUNG

DER DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT

AM 24. FEBRUAR 1880.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“.  
XIII, 297. (1880)

## PAUL MENDELSSOHN BARTHOLDY.

Schon mehrfach ist es meine traurige Aufgabe gewesen, von dieser Stelle aus die Verluste zu melden, welche unser Verein durch den Tod erlitten hat. Selten aber hat mich die Uebung dieser Pflicht mit grösserer Traurigkeit erfüllt als am heutigen Abend. In der Blüthe der Jahre, mit den Attributen der edelsten Männlichkeit geschmückt, im Besitze der höchsten Güter, welche die Liebe, das Wohlwollen und die Hochachtung der Menschen gewähren, in einem Worte: aus dem vollen Leben heraus ist ein Berufsgenosse, ein Mitbegründer dieser Gesellschaft aus unserem Kreise geschieden, der Vielen von uns ein bewährter Freund gewesen ist, der bei Allen, mit denen er in wie immer flüchtige Berührung kam, ein wohlthuetendes Andenken hinterlassen hat.

Paul Mendelssohn Bartholdy gehörte einer Familie an, deren Name in unserem Vaterlande und weit über dessen Marken hinaus mit den besten genannt wird. Urenkel des berühmten Philosophen Moses Mendelssohn, Enkel jenes Abraham Mendelssohn Bartholdy, welcher das weltbekannte Bankhaus mitbegründete, Sohn endlich des gottbegnadeten Felix, dem seine Tonschöpfungen für alle Zeiten eine Wohnstätte in den Herzen der Menschen gesichert haben, war der Dahingeschiedene durch seine reiche Begabung berufen, sich diesem edlen Geschlechte als würdiger Sprosse anzureihen.

Unser Freund war von der Natur mit jenem beneidenswerthen Freibriefe ausgestattet, dessen Sprache Allen ver-

ständiglich ist. Er gehörte zu den Glücklichen, welche sich die Zuneigung der Menschen nicht zu erobern brauchen, denen sie auf halbem Wege entgegengebracht wird. In seiner Persönlichkeit kam bei aller Vornehmheit der Erscheinung ein Zug des Wohlwollens zur Geltung, welcher unbedingtes Vertrauen erweckte. Das männlich schöne Antlitz trug das Gepräge der Kraft und Entschlossenheit, aus dem geistvollen Auge blickte durchdringender Verstand, allein die edelgeschnittenen Züge trugen gleichzeitig einen Ausdruck der Herzengüte, der Milde und der Bescheidenheit, dessen Zauber sich Keiner zu entziehen vermochte! Und was die erste Begegnung mit dem liebenswürdigen Manne versprach, das erfüllte sich weit über die anspruchsvollste Erwartung hinaus, wenn sich aus dieser Begegnung ein freundschaftlicher Verkehr entwickelte.

Paul Mendelssohn Bartholdy war am 18. Januar 1841 in Leipzig geboren, wo er auch seine erste Kindheit verlebte. Er verlor frühzeitig seine Eltern. Nach dem im Jahre 1847 erfolgten Tode seines Vaters siedelte seine Mutter Cécile, eine Tochter des reformirten Predigers Jeanrenaud in Frankfurt a. M., mit ihren Kindern nach Berlin über. Schon nach wenigen Jahren (1853) starb ihm auch die Mutter, und er fand nun seine Heimath in dem Hause seines Oheims, des unlängst verstorbenen Geh. Rath's Paul Mendelssohn Bartholdy, wo er wie ein Sohn erzogen wurde.

Seine erste Ansbildung erhielt Paul Mendelssohn zunächst in dem Französischen Gymnasium; später (vom Jahre 1853 bis 1857) besuchte er das Friedrich-Wilhelms-Gymnasium, in welchem er bis Obertertia aufstieg. Der Knabe zeigte frühzeitig ein ausgesprochenes Talent für's Zeichnen — welches ja auch sein Vater besessen hatte —, so dass sein Vormund und väterlicher Fremd es sich angelegen sein liess, ihm zuzureden, sich der Kunst zu widmen. Er glaubte aber seine Aufgabe in einer andern Richtung zu er-

kemen und trat mit dem 16. Jahre in die Leipziger Commandite des bekannten Manchester-Hauses P. Schunck & Co. ein, um sich als Kaufmann anzubilden. Allein in den trockenen Routine-Arbeiten eines kaufmännischen Comptoirs fand seine lebendige Phantasia nur geringe Befriedigung, und schon nach Jahresfrist entschloss er sich, zu den Wissenschaften zurückzukehren. Auf der soliden Grundlage weiterbauend, welche er in den Berliner Gymnasien gelegt hatte, fand er es bei seiner Thatkraft nicht allzu schwer, durch Privatunterricht die noch fehlenden Kenntnisse zu erwerben, um bereits im Jahre 1859 in Leipzig das Abiturientenexamen zu bestehen. In demselben Jahre bezog er die Universität Heidelberg, wo er in der philosophischen Facultät immatriculirt wurde. Es waren glückliche Jahre, die unser Freund in der Musenstadt am Neckar erlebte; er genoss mit vollen Zügen die Wonne der akademischen Freiheit. Von Jugend auf ein eifriger Turner, war er schnell der Erste in allen akademischen Leibesübungen und hatte zumal eine bewunderte, ja gefürchtete Fertigkeit in der Handhabung der Waffen erlangt. Allein diese Meisterschaft, die so Vielen eine verderbliche Klippe wird, konnte eine so glücklich veranlagte Natur, wie die Paul Mendelssohn's, nicht von der richtigen Bahn ablenken. Seine Freunde werden noch heute nicht müde, von der Beliebtheit zu erzählen, deren sich der schmucke Allemame in allen Kreisen der Commilitonen sowohl wie der Professoren erfreute. Auch war er weitentfernt, in der Ausgelassenheit des studentischen Wesens aufgehend, die hohen Ziele, um derenwillen er die Universität besuchte, aus den Augen zu verlieren. Er besuchte fleissig naturwissenschaftliche Vorlesungen und mit Vorliebe die über Chemie und Physik. Vor Allem fühlte er sich von Brunsen und Kirchhoff angezogen, und wenn er in späteren Jahren von diesen Männern sprach, so war es stets mit dem Ausdruck verehrungsvoller Dankbarkeit für die Anregung, welche er in der Berührung mit ihnen empfangen hatte. Mit Ausnahme

eines Semesters, während dessen er in Göttingen studirte, verlebte Paul Mendelssohn seine Studienjahre in Heidelberg, und auf dieser Universität war es auch, wo er im Jahre 1863 den Doctorhut erwarb. Der Zweinndzwanzigjährige kehrte nun zu seinen Freunden und Verwandten nach Berlin zurück, um seiner Militärpflicht zu genügen. Er diente als Einjährig-Freiwilliger im II. Garde-Ulanen-Regiment, aus dessen Verbande er gegen Ende des Jahres 1864 austrat.

Aus dieser Zeit datirt mein erstes Zusammentreffen mit Paul Mendelssohn. Im Anfange des Jahres 1865 war ich nach Berlin gekommen und hatte zunächst das frühere Laboratorium Heinrich Rose's in der jetzt verschwundenen Cantianstrasse zugewiesen erhalten. Es waren nur wenige Räume zur Verfügung, kaum mehr, als für die Vorbereitung der Vorlesungen erforderlich waren. Aber wir richteten uns ein, und es war mir ein Vergnügen, den liebenswürdigen jungen Mann als Gast in dieselben aufzunehmen. Dort arbeitete Paul Mendelssohn in Gemeinschaft mit Dr. Krämer, Dr. Olshausen und Dr. Sell, besonders aber mit Dr. Martius, mit dem er schon damals ein freundschaftliches Verhältniss anknüpfte. Er beschäftigte sich vorzugsweise mit Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, da er sich bisher fast ausschliesslich der Mineralchemie gewidmet hatte. Es war ein enges Zusammenleben in den kleinen Räumen; man lernte sich aber leichter kennen und schloss sich schneller aneinander an als in den grossen Laboratorien, in denen so Viele nebeneinander arbeiten. Leider sollte dieser behagliche wissenschaftliche Verkehr, an den ich oft und gern zurückdenke, sehr bald sein Ende finden. *Inter arma silent musae*, die Kriegsdrommete von 1866 erscholl, und Paul Mendelssohn trat wieder in die Reihen seines Reiterregiments ein. Er zog als Unteroffizier mit in den österreichischen Krieg, aus dem er als Offizier und, obwohl er an mehreren grossen

Schlächten, zumal an der Schlacht bei Königgrätz, Theil genommen hatte, unverwundet zurückkehrte.

Paul Mendelssohn hatte nunmehr sein 25. Jahr zurückgelegt und fühlte das Bedürfniss, eine selbständige Wirksamkeit zu gründen. Man befand sich damals noch in der ersten Zeit der Entfaltung der modernen Farbenindustrie, und es lag in der Natur der Dinge, dass seine Phantasie von der grossen Perspective dieses neuen in dem Boden der Wissenschaft wurzelnden Zweiges der chemischen Technik angezogen wurde. Mit ganz ähnlichen Gedanken trug sich auch Mendelssohn's Freund Dr. Martius, der überdies den Vorsprung hatte, dass er mit der Technik bereits in England praktisch vertraut geworden war. Bald vereinigten sich Beide zu einem gemeinsamen Unternehmen, und so entstand zunächst in Verbindung mit der altberühmten Firma Kunheim & Co. und auf schmaler Grundlage die Anilinfabrik in Rummelsburg, welche jedoch schon nach kurzer Zeit von den beiden Genannten selbständig übernommen wurde. Mit unermüdlicher Ausdauer legten die Fremde Hand an's Werk, und schnell entfaltete sich das neue Etablissement zu erwünschter Blüthe. Wohl wurden diese Erfolge durch den mittlerweile ausgebrochenen deutsch-französischen Krieg beeinträchtigt, welcher Paul Mendelssohn von Neuem zu den Waffen rief. Die Kriegereignisse führten ihn zunächst in die Gegend von Metz. Nach der Capitulation dieser Festung folgte er der Armee des Prinzen Friedrich Karl, mit welcher er bis Orleans und Le Mans vordrang. Erst gegen Ende Juli des darauf folgenden Jahres kehrte er, mit dem Eisernen Krenze geschmückt, nach Deutschland zurück.

So lange Abwesenheit des einen Leiters musste begreiflich auf die weitere Ausbildung des jungen Etablissements einen sehr störenden Einfluss üben. Aber nach dem Friedensschlusse wurde das Versämnite schnell nachgeholt, und bald nahmen die tinctorialen Industrien, zumal aber die Rummelsburger

Fabrikationen einen ungeahnten Aufschwung. Während man ursprünglich nur Anilin und die dazu nöthigen Roh- und Zwischenproducte erzeugt hatte, wurde nimmehr die Herstellung der Anilinfarben selbst mit in den Kreis des Betriebes gezogen. Zu der Rummelsburger Anlage von Martius und Mendelssohn gesellten sich grossartige Werkstätten an dem Wiesenufer, aus denen vereinigt die jetzige Firma „Actiengesellschaft für Anilinfabrikation“ hervorgegangen ist, welche sich trotz der für die Industrie ungünstigen Zeitverhältnisse bereits zu einem Weltgeschäft emporgeschwungen hat.

Solche Erfolge können nur mit äusserster Anspannung der Kräfte erzielt werden, und Keiner fand es auffallend, dass Mendelssohn, der früher der Mittelpunkt der Geselligkeit seiner Freunde war, während der letzten Jahre seltener unter ihnen erschien. Man wusste ihn mit Geschäften überbürdet und fand es ganz den Verhältnissen entsprechend, dass der so vielseitig in Anspruch Genommene zunächst am häuslichen Herde an der Seite der geliebten Gattin und inmitten einer lieblich sich entfaltenden Kinderschaar Erholung suchte.

Man wollte es daher auch kaum glauben, als man erfuhr, dass der kräftige, blühende Mann in besorglicher Weise erkrankt sei. Aber schon hatten die Aerzte das Vorhandensein der Herzkrankheit erkannt, der auch sein Vater zum Opfer gefallen war. Mit unbeugsamer Willenskraft hat unser Freund gegen den unerbittlichen Feind angekämpft. Eiserne Naturen wie die seinige strecken nicht leicht die Waffen. Im Laufe des letzten Winters wurde seine Wirksamkeit des Oeffteren gestört, aber im Anfange des Jahres schienen sich seine Kräfte neu belebt zu haben. Während des Monats Jannar und der ersten Hälfte des Februar konnte er mit geringer Unterbrechung seine Thätigkeit wieder den Berufsgeschäften widmen. Am 16. Februar hat er noch Anordnungen in den Werkstätten der Berliner Fabrik getroffen. In der Nacht vom 16. auf den 17. Februar machte ein Herzschlag seinem Leben

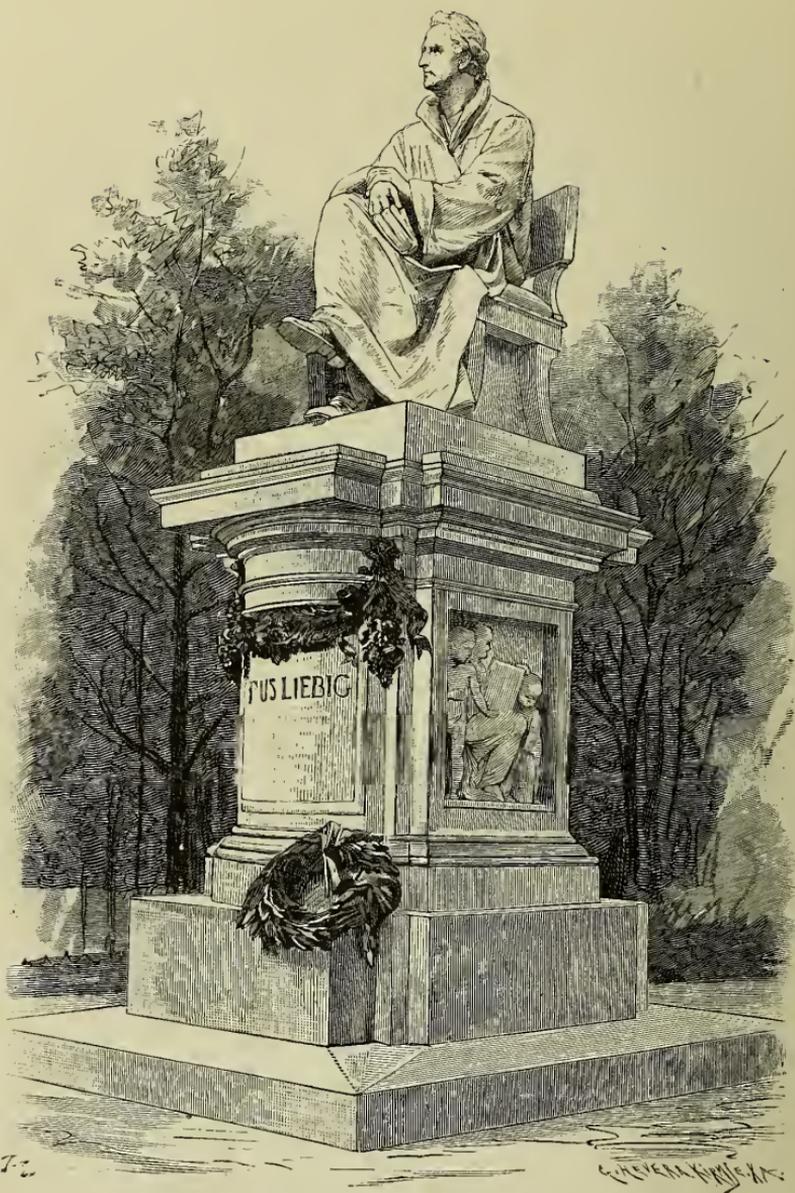
ein plötzliches und schmerzloses Ende. Er starb nach eben vollendetem 38. Jahre, nahezu in demselben Alter, welches auch sein Vater erreicht hatte.

In den Morgenstunden des letzten Freitags haben wir unsern Freund zur Ruhe bestattet. Eine unabsehbare Reihe leidtragender Männer und Frauen gab ihm das Geleite. Aber es war kein officielles Leichengepränge; man brauchte nur in die kummervollen Züge der Gekommenen zu blicken, um zu wissen, dass Liebe und Freundschaft sie herbeigeführt hatten. Auch wird Allen, welche die unter Blumen und Palmen fast verschwindende Bahre umstanden, diese Abschiedsstunde unvergesslich sein. In solcher Stunde fühlt man den Sinn der schönen Worte, in denen Horaz in der Ode an Virgil den Tod des Quinctilius Varus betrauert:

*Quis desiderio sit pudor, aut modus  
Tam cari capitis?*







DAS LIEBIG-DENKMAL  
IN  
MÜNCHEN.

R E D E

GEHALTEN BEI DER ENTHÜLLUNG

DES

L I E B I G - D E N K M A L S

IN

MÜNCHEN

AM 6. AUGUST 1883.

---



# R E D E

BEI DER

## ENTHÜLLUNG DES LIEBIG-DENKMALS.

Hochzuverehrende Versammlung! Ein grossartiges Kunstwerk hat sich unseren Blicken enthüllt, und jubelnd begrüßen wir den weithin leuchtenden Marmor, welcher das Bild des edlen Meisters, wie es uns warm im Herzen lebt, entfernten Enkelgeschlechtern überliefern soll, ein Denkmal seiner glorreichen Lebensarbeit, ein Wahrzeichen unserer dankbaren Bewunderung!

Schon ist ein Jahrzehend dahingeeilt, seit der grosse Forscher, zu dessen Antlitz wir emporschauen, unserer Mitte entrückt ward. In solcher Frist hat sich über die Mehrheit der Sterblichen, auch wenn sie des Guten und Verdienstvollen viel geleistet haben, die Woge der Vergessenheit bereits ergossen. Nur Dessen Andenken, der im Dienste der Menschheit wahrhaft Grosses vollbracht hat, bleibt von dem erinnerungstilgenden Sturme der Zeit unberührt; sein Ruhm wächst mit der Zahl der Jahre, und wie wir nur aus der Ferne die Alpen in ihrer ganzen Majestät erkennen, so ist es auch erst einer späteren Zeit vergönnt, die Bedeutung eines solchen Mannes in ihrem vollen Umfange zu würdigen.

Dass der Gefeierte des Tages zu den Glücklichen zähle, welche hervorragend für die Förderung des Menschengeschlechtes gewirkt haben, Wer könnte daran zweifeln, wenn er die festlich bewegte Versammlung überblickt, welche die Erinnerung an diese Wirksamkeit zusammengeführt hat? Ja, Grosses, Hervorragendes hat der Mann vollbracht, welchem die dankbaren Zeitgenossen dieses Denkmal errichten.

Justus Liebig entstammte einer kleinbürgerlichen Familie; er wurde am 13. Mai 1803 in Darmstadt geboren. Sein Vater besass eine Farb- und Materialwaarenhandlung, und man wird nicht fehlgehen, wenn man annimmt, dass die dem Knaben gebotene Gelegenheit, die verschiedensten Stoffe zu sehen und mehrfach auch in ihrer Wechselwirkung kennen zu lernen, schon frühzeitig sein Interesse für chemische Erscheinungen geweckt habe; jedenfalls finden wir den Jüngling in einem Alter, in welchem sich bei den Wenigsten die Wahl des Berufes entschieden hat, mit Eifer den Vorstudien für die wissenschaftlichen Aufgaben sich widmend, welche später sein Leben erfüllen sollten.

Zur Zeit, als Liebig seine Schwingen entfaltete, war es auf den Hochschulen unseres Vaterlandes um den Unterricht in der Chemie nicht so bestellt wie heutzutage, und es darf uns daher nicht befremden, dass wir den Wissensdurstigen schon nach kurzem Aufenthalt in Bonn und Erlangen seine Blicke nach der Metropole an der Seine leuken sehen, welche als Mittelpunkt der experimentalen Forschung jener Zeit auf die Jünger der Naturwissenschaften eine mächtige Anziehung übte. Durch eine glückliche Vereinigung von Umständen ging der Wunsch Liebig's, seine Studien unter den berühmten Meistern der französischen Schule fortzusetzen, schnell in Erfüllung. Der Trieb zur Forschung war frühzeitig in ihm erwacht, und schon hatten die Erstlingsfrüchte seiner Arbeit eine ganz seltene Begabung ansser Zweifel gestellt. Der Mmificenz des damaligen Grossherzogs von Hessen, Ludwig I., verdankte er die Mittel zu einem längeren Aufenthalte in Paris, indessen war damit das Ziel seiner Bestrebungen noch lange nicht erreicht. Liebig hat uns selber eine Schilderung der Schwierigkeiten hinterlassen, welche sich dem Fremdlinge in der grossen Stadt entgegenstellten. Da führte ihm sein guter Stern mit einem Manne zusammen, dessen Hand sofort alle Hindernisse aus dem Wege räumte: Auf die mächtige Fürsprache Alexander von Humboldt's öffneten sich dem

Lernbegierigen die Laboratorien der französischen Chemiker wie durch einen Zauberschlag. Dieser Begegnung Humboldt's und Liebig's vor mehr als einem halben Jahrhunderte gedenken wir theilnahmsvoll zumal in einer Zeit, welche in rascher Folge die Denkmäler beider Männer an Spree und Isar sich hat erheben sehen. Mit dem so oft bewährten Scharfblicke hatte der berühmte deutsche Forscher die grosse Zukunft seines jungen Landsmannes alsbald vorgeschaut, dem er von dieser Stunde an ein väterlicher Freund für sein ganzes Leben ward. Auch sollte dem Beschützer schon nach kurzer Frist die freudige Ueberzeugung werden, wie richtig er seinen Schützling beurtheilt hatte. Seit dem Anfänge des Jahrhunderts waren die von Howard und Brugnatelli entdeckten explosiven Metallverbindungen bekanntgeworden, welche noch heute zur Füllung der Zündkapseln für Feuerwaffen benutzt werden. Die chemische Natur dieser merkwürdigen Verbindungen war indessen unaufgeklärt geblieben, kein Chemiker hatte sich an die Untersuchung dieser gefährlichen Materien, durch welche schon mehrfach furchtbare Unfälle veranlasst worden waren, herangewagt. In Gemeinschaft mit Gay-Lussac, der ihn in sein Laboratorium aufgenommen hatte, gelang es Liebig, die Zusammensetzung der räthselhaften Körper zu ermitteln. Mit der Erkenntniß derselben waren der Industrie der fulminirenden Verbindungen sichere Grundlagen gefunden, der Forschung neue Bahnen erschlossen.

Die unter Gay-Lussac's Auspicien vollendete Arbeit hatte dem jungen Manne sofort eine Stellung in der Wissenschaft erworben, allein sie sollte ihm bald noch einen andern Gewinn bringen, welcher auf seinen Lebensgang einen mächtigen Einfluss geübt hat. Kurze Zeit nach Veröffentlichung von Liebig's Versuchen hatte Friedrich Wöhler, fast in demselben Alter mit ihm stehend, über einen verwandten Gegenstand gearbeitet und war zu Ergebnissen gelangt, welche Liebig bestreiten zu müssen glaubte. Die Folge war ein

kleiner Waffengang mit der Feder, in welchem Liebig den Kürzeren zog. Diese Begegnung auf demselben Arbeitsgebiete — für kleine Geister so oft die Quelle zeitiger Verstimmung oder gar dauernder Entfremdung — ward den beiden hochherzigen jungen Männern Ursprung eines herrlichen Freundschaftsbundes, der ihrem Leben die duftigsten Blüthen einflechten, der Wissenschaft die edelsten Früchte zeitigen sollte.

Nach zweijährigem Aufenthalte in Paris kehrte Liebig nach Deutschland zurück, wo, auf Alexander von Humboldt's Empfehlung, der Dreundzwanzigjährige alsbald der philosophischen Facultät in Giessen zunächst als ausserordentlicher und schon nach kurzer Frist als ordentlicher Professor der Chemie eingereicht ward. Dort in der kleinen hessischen Universitätsstadt an den Ufern der Lahn war es, wo Liebig seinen Weltruhm begründete.

Um die sich nunmehr entfaltende Thätigkeit des jugendlichen Gelehrten zu verstehen, müssen wir uns einen Augenblick in die Mitte der zwanziger Jahre zurückversetzen. Durch die bahnbrechenden Arbeiten Lavoisier's sowie seiner Zeitgenossen und unmittelbaren Nachfolger am Schlusse des letzten Jahrhunderts, durch die umfassenden Forschungen von Berzelius in Schweden, Davy in England und Gay-Lussac in Frankreich im Anfange des gegenwärtigen war die Philosophie der Chemie ihren Grundzügen nach bereits gegeben. Indessen verdaukte man, was in dieser Beziehung erkannt worden war, fast ausschliesslich dem Studium der Mineralsubstanzen. Die Bestandtheile des Pflanzen- und Thierkörpers waren damals nur erst ganz vereinzelt untersucht worden. Dem Thatendurste des emporstrebenden Forschers stand somit ein weites Arbeitsfeld offen; auch zögerte er nicht, Besitz davon zu ergreifen. Und nun beginnt die unabsehbare Reihe glänzender Erfolge, welche die Geschichte der organischen Chemie, d. h. der Pflanzen- und Thierchemie, verzeichnet; sie werden von Liebig errungen, sei es von ihm allein, sei es in Gemein-

schaft mit seinem Fremde Wöhler, sei es unter Mitwirkung begeisterter Schüler, welche er schnell unter seinem Banner vereinigt hatte. Nach allen Richtungen wird das weithin sich erstreckende Gebiet durchmessen; keine Stelle, wie entlegen oder verborgen immer, in welche der Späherblick des rastlos Vorwärtstrebenden nicht eingedrungen wäre.

Wohl fühlt sich der Redner versucht, die Ergebnisse der Arbeiten Liebig's auf dem Gebiete der organischen Chemie im Einzelnen zu beleuchten, die Mannichfaltigkeit derselben an Zahl und Inhalt zu schildern, an Beispielen darzulegen die Schärfe und Sicherheit seiner Beobachtung, seine vorurtheilsfreie Deutung des Beobachteten, die zwingende Logik seiner Versuche, den feingegliederten Bau seiner Beweisführung. An diese Darlegung würde sich naturgemäss der Nachweis knüpfen, wie die einzelnen Untersuchungen, den Gliedern eines grossen Ganzen vergleichbar, mit einander zusammenhängen, und wie sich in diesem Ganzen umseher die Grundlage erkennen lässt, auf welcher durch die Forscherthätigkeit der Gelehrten aller Nationen im Laufe eines halben Jahrhunderts der glorreiche wissenschaftliche Bau der organischen Chemie emporgewachsen ist.

Allein solches Eingehen auf den Inhalt von Liebig's Lebensarbeit würde Stunden erheischen, wo ihm Minuten gegeben sind. Die dem Redner von den Umständen auferlegte Beschränkung soll ihn indessen nicht abhalten, wenigstens einige der grossen Züge dieser Lebensarbeit einen Augenblick zu betrachten.

Dem Eroberer, welcher der Wissenschaft neue Provinzen errungen hat, gehört unsere volle Bewunderung; dieser Bewunderung gesellt sich indessen noch unsere tiefempfundene Dankbarkeit, wenn er uns gleichzeitig die Waffen bereitet hat, mit denen wir hoffen dürfen, den von ihm gewonnenen Besitz zu befestigen und zu erweitern. Und das hat Liebig gethan! Nicht zufrieden, selber die Natur zu erkennen, ist er, um

auch Andere in den Stand zu setzen, sich an ihrer Erkenntniß zu betheiligen, stets mit Vorliebe bestrebt gewesen, die Mittel der Forschung zu vereinfachen und zu vervollkommen. Ihm verdanken wir jene folgereichen Methoden der Analyse organischer Körper, die noch heute allgemein im Gebrauch sind und auf unabsehbare Zeit dem Bedürfnisse der Chemiker entsprechen werden. So ist Liebig der Ruhm gesichert, dass er, weit über die kurze Spanne seiner eigenen Arbeitszeit hinaus, an der Arbeit der nach ihm in der Wissenschaft Weiterbauenden für und für betheilt bleibt und die Triumphe derselben mitfeiert.

Aber wenn von den wichtigen analytischen Hülfsmitteln die Rede ist, welche ihm das Studium der Natur verdankt, so dürfen wir nicht vergessen, dass er uns auch den ersten methodischen Unterricht in der Kunst des chemischen Forschens gegeben hat. Die experimentale Lehrmethode, wie sie heute mit so glänzendem Erfolge auf den deutschen Universitäten geübt wird, ist in Form und Inhalt wesentlich dieselbe, welche Liebig, nach Uebernahme des Lehrstuhls in Giessen vor mehr als einem halben Jahrhundert, eingeführt hat. Wohl haben die uns zur Verfügung stehenden Mittel diejenigen, über welche Liebig zu gebieten hatte, weit überflügelt; wir wollen uns gleichwohl stets erinnern, dass den praechtvollen Tempeln der Wissenschaft, die mittlerweile an unseren Hochschulen erstanden sind, jenes bescheidene Laboratorium als Vorbild gedient hat, welches er damals an der kleinen Lahn-Universität begründete, und in dem er jahrzehendlang die Blüthe der chemischen Jugend aller Länder um sich versammelte.

Hätte die Geschichte der Wissenschaft keine anderen Verdienste Liebig's zu melden als die, welche er sich um den Ausban der Chemie erworben hat, sein Name würde auf ihren Blättern in goldener Schrift erglänzen. Unser Vaterland hat sich indessen jederzeit vieler ausgezeichneten Männer rühmen dürfen, welche in ihrer Wissenschaft Grosses geleistet haben, und wir würden heute vielleicht nicht an den Stufen

eines Liebig-Denkmal stehen, wenn nicht der Gefeierte weit über die Grenzen der Chemie hinaus bahnbrechend gewirkt hätte. Aber es war ein grosser Zug in seinem Wesen, dass er, ein Mann der reinen Wissenschaft, gleichwohl stets die höchste Befriedigung empfand, wenn er das in der Wissenschaft Erkannte für die Aufgaben des praktischen Lebens verwerthen konnte. So kam es, dass seine wissenschaftlichen Arbeiten in eine ganze Reihe von Industriezweigen eingriffen, welche auf chemische Principien begründet sind. Der Vortheile, welche die Herstellung der Explosivstoffe aus diesen Arbeiten gezogen hat, ist bereits gedacht worden. In ähnlicher Weise sind seine Untersuchungen den Industrien der Fettkörper, der Essigsäure, des Blutlaugensalzes zugutegekommen; endlich hat seine Methode der Darstellung des Cyankaliums, welches für die Zwecke der Vergoldung und Versilberung so umfangreiche Verwendung findet, wenn auch indirect, unverkennbar zur heutigen Entfaltung des Kunstgewerbes beigetragen.

Wie bedeutungsvoll indessen sich Liebig's Wirksamkeit für diese einzelnen Zweige der chemischen Industrie gestaltet hat, sie verschwindet gegenüber dem weitreichenden Einflusse seiner Studien auf zwei Gebieten der Forschung, welchen die Theilnahme der ganzen Menschheit angehört.

Auf dem Buche, welches der Genius in dem Relief des Denkmalsockels in den Händen hält, hat die sinnige Hand des Künstlers diese Gebiete angedeutet; neben der Chemie finden wir die *Agricultur* und die *Physiologie* verzeichnet.

Es ist in der That zumal das Gebiet der *Agricultur*, auf welchem Liebig für die gedeihliche Entwicklung des Menschengeschlechtes das Höchste geleistet hat, und wohl erscheint es wunderbar, dass es der jüngsten der Wissenschaften vorbehalten war, in der ältesten aller menschlichen Gewerblhätigkeiten, in der Landwirthschaft, Reformen einzuführen, welche einer Umwälzung nahezu gleichkommen, und dass diese Reformen von einem Gelehrten ausgegangen sind, der nie hinter einem Pfluge

gestanden, der nie einen Acker bestellt hatte. Seltsam! — seit Jahrtausenden war gesäet und geerntet worden, ohne dass man einen klaren Einblick in die Gesetze des Pflanzenlebens gewonnen hatte; über die Wirksamkeit des Düngers konnte die Erfahrung keine Zweifel lassen, allein bezüglich der Rolle, welche er in dem Ernährungsproccesse der Pflanze spielt, standen die abenteuerlichsten Vorstellungen einander gegenüber. Nur schwer versetzen wir uns heute noch in die Anschauungen zurück, in denen der Landwirth befangen war, als Liebig von der ehemischen Seite her das Studium des Feldbaues aufnahm. Indem er die wissenschaftlichen Grundlagen des Pflanzenlebens kennen lehrte, indem er zum ersten Male die wahre Natur des Düngers enthüllte, hatte er dem Landwirthe, man könnte sagen, den Schlüssel zu seinem eigenen Hause in die Hand gegeben. Es war, als ob ihm ein Schleier von den Augen fortgenommen wäre, als er erfuhr, welche Bestandtheile die wächsende Pflanze der Luft, welche sie dem Boden entnimmt, und wie dieser Verlust an Bodenbestandtheilen gedeckt werden muss, wenn sich die Fruchtbarkeit seines Aekers unverändert erhalten soll. Mit dem Einblick in die Natur dieses Ersatzes war aber auch die Frage aufgetaucht, ob dieser Ersatz nur auf dem bisher eingehaltenen Wege, durch animalischen Dünger, geleistet werden könne, und diese Frage hatte alsbald in der Entfaltung der Industrie der künstlichen Dünger eine unzweideutige Beantwortung gefunden. Die Fabrikation chémiseher Ersatzmittel des animalischen Düngers, welche in kurzer Frist einen kaum geahnten Aufschwung genommen hat, ist ganz eigentlich aus dem Geiste Liebig's hervorgegangen. Mit der Entwicklung dieser Fabrikation war der Feldbau, nicht länger mehr ausschliesslich der Reihe der Gewerbe angehörig, in die Kreise der Wissenschaft und der Industrie eingetreten, und es wird daher stets ein glänzender Ruhmestitel Liebig's bleiben, dass seine Bemühungen auf dem Gebiete der Agriculturchemie eine neue Aera in der Geschichte der Landwirthschaft bezeichnen.

Die Nahrung des Thieres ist in letzter Instanz die Pflanze, und wenn daher das Endziel aller Landwirthschaft die Ernährung des Thieres ist, so liegt es nur in der Natur der Dinge, dass das Auge, welchem sich die Entwicklung der Pflanze enthüllt hatte, auch die Schicksale, welche diese Pflanze in dem Körper des Thieres erleidet, zu ergründen versuchen musste. Ein solcher Versuch konnte aber nur Demjenigen Aussicht auf Erfolg versprechen, welcher es unternahm, die Bedingungen des thierischen Lebens ihrem ganzen Umfange nach in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Liebig's unerschöpflicher Arbeitskraft schien diese Riesenaufgabe nicht zu schwer, und seinem Scharfsinn und seiner Ausdauer verdanken wir eine Reihe von Untersuchungen über die Bestandtheile des Thierkörpers und über die Vorgänge in demselben, wie sich ihrer kein anderer Chemiker rühmen darf.

Seine Versuche bewiesen, was man auch früher schon vermuthet hatte, dass der Leib des Thieres in der Pflanze vorbereitet ist, dass in der Pflanze das Thier sich selber verzehrt. Die Abhängigkeit des Thierlebens von dem der Pflanze ist nicht länger zweifelhaft, und das richtige Verständniß der Lebensbedingungen des Thieres und der Pflanze in ihrer Gegenseitigkeit lässt uns den Kreislauf der Natur in seiner bewundernswürdigen Einfachheit erkennen. Der Fachmann erinnert sich Liebig's grosser, jahrelang fortgesetzter Untersuchungen über den Stoffwechsel im Thiere, über Fleisch- und Fettbildung, über die Function der verschiedenen Nahrungsmittel — welche ihn plastische und respiratorische Nahrung unterscheiden liessen —, und wenn auch heute den Physiologen Manches anders erscheint als dem Gelehrten, welcher vor mehr als einem Vierteljahrhundert zuerst die Lenchte der chemischen Methode in die dunklen Vorgänge des thierischen Lebens hineintrug, so haben sie doch Alle, und Diejenigen zumal, welche einige seiner Ansichten erweitert und verbessert haben, stets freudig anerkannt, dass sie auf seinen Schultern stehen. Und wie sich

Liebig's Erkenntniss der Entwicklung der Pflanze — über die enge Umgrenzung der Wissenschaft hinaus — der ganzen Menschheit dienstbar erwies, indem sie den Landmann lehrte, nicht nur die Fruchtbarkeit seines Ackers zu erhalten, sondern die Ertragsfähigkeit desselben noch zu steigern, so sind auch seine Studien auf dem Gebiete der Thierchemie — weit entfernt, ein ausschliesslich wissenschaftliches Interesse zu beanspruchen — sofort den Anforderungen des Lebens zugutegekommen. In der That, Wer gedächte nicht alsbald der belebenden Würze, welche, reichlicher als je zuvor, unsere Nahrung aus seinen Händen empfangen hat? Kann hatte Liebig's umfassende Untersuchung des Fleisches ein einfaches Verfahren kennen gelehrt, die werthvollen Bestandtheile der Fleischbrühe abzuscheiden und festzuhalten, als auch Industrie und Handel bereits begannen, den Erwerb der Wissenschaft anzubenten. Schon seit Jahren erfreut sich Europa des Fleischreichtums einer andern Hemisphäre in Gestalt eines Genußmittels, welches in kürzester Frist sich überall eingebürgert hat, um bald vielleicht eine ähnliche Verbreitung wie Kaffee und Thee zu finden. Oder soll ich Sie daran erinnern, wie Liebig bestrebt gewesen ist, seine Untersuchung des Fleisches auch zum Heile der leidenden Mitmenschen zu verwerthen, und wie die Analyse der Milch sofort den Wunsch in ihm wachrief, durch Herstellung eines Ersatzmittels der Muttermilch auch den kommenden Geschlechtern dienstbar zu werden?

Liebig war bereits im Zenith seines Ruhmes angelangt, als seine äusseren Lebensbedingungen einen Umschwung erfuhren, der seine Thätigkeit in neue Bahnen lenkte. Es war die Zeit, in welcher König Maximilian II., glorreichen Andenkens, sich die Aufgabe gestellt hatte, diese herrliche Stadt, seit einem Menschenalter bereits die Heimstätte deutscher Kunst, zu einem Mittelpunkte auch der deutschen Wissenschaft zu erheben. Eine der ersten Berufungen, die erfolgten, war die Liebig's. In dem an der Isar sich sammelnden Areo-

page dürfte der Berühmteste unter den deutschen Gelehrten nicht fehlen. Liebig war nur schwer zu bewegen aus den kleinen Verhältnissen, in denen er so Grosses geleistet hatte, heranzutreten. Allein der Persönlichkeit des Königs gelang, was die glänzendsten Bedingungen allein nicht vermocht hätten.

Die verehrte Versammlung erwartet nicht von mir, dass ich zu schildern versuche, welche umfassende Wirksamkeit Liebig in seiner neuen Lebensstellung gewonnen, welchen Einfluss er auf die Entwicklung des Unterrichts, der Landwirthschaft, der Industrie geübt hat, was er als Vorsitzender der Akademie gewesen ist, in deren Schoosse Jahr um Jahr bedeutungsvolle Reden von seinen Lippen flossen, dass er auch hier noch, wie in den Tagen seiner Jugend, begeisterte Zuhörerkreise um sich sammelt, und dass er durch sein Walten ganz eigentlich die Lebensbedingungen für die berühmte Schule geschaffen hat, welche heute unter seinem würdigen Nachfolger in München blüht.

Es würde dem Fremden schlecht anstehen, wollte er Angesichts der hier Versammelten von Liebig's Münchener Periode sprechen. Nur das Eine sei noch gesagt, dass Liebig nie aufgehört hat, den Stern zu preisen, welcher ihn an die Stätte geführt hat, wo ihm ein so glücklicher Lebensabend zu Theil geworden ist.

Noch ist es dem Redenden Bedürfniss, in den Gedächtnisskranz, welchen er an dem Sockel des Denkmals niederlegt, ein Blatt der Erinnerung an den edlen Charakter des Mannes einzuflechten. Wohl folgt er dem Zuge seines Herzens mit einiger Befangenheit, denn er sieht in diesem Kreise so Viele, welche sich des persönlichen Verkehrs mit Liebig bis zu seinem Tode rühmen dürfen. Ungleich treffender würden sie sein Wesen zu schildern im Stande sein! Aber auch Demjenigen, welcher über mehr als ein Vierteljahrhundert hinaus zurückgreifen muss, um sich in die Zeit zu versetzen, in welcher er in Liebig's Nähe weilte, lebt die edle Persönlichkeit des Mannes maanslöschlich in der Erinnerung.

Geist und Gemüth stritten in dieser glücklich veranlagten Natur um den Vorrang. Wer eben noch den jeder Aufgabe gewachsenen Scharfsinn des Gelehrten bewundert hatte, dem war es vielleicht schon im nächsten Augenblicke vergönnt, sich an dem für alles Grosse und Gute schlagenden Herzen des Mannes zu erwärmen. Glückliche der Freund, der in diesem Herzen Anker geworfen hatte! Wie Liebig von der Freundschaft dachte, das hat uns noch jüngst erst Friedrich Wöhler, der Gefährte seiner Jugend, erzählt. Und was der langjährige Arbeitsgenosse berichtete, wie viele Andere haben dasselbe erlebt! Wie Viele haben die unverbrüchliche Treue kennen gelernt, die er seinen Freunden bewahrte, die nie müde werdende Theilnahme, die opferfrende Hülfsbereitschaft, auf welche sie jederzeit zählen durften! Was Liebig seinen Freunden war, die Kunde davon ist nicht zu den Ohren der Welt gedrungen, aber die Erinnerung daran bleibt in viele dankbare Herzen eingeschrieben.

Und wie im Grossen, so im Kleinen. Dieselben edlen Grundsätze, welche dem Forscher als Richtschnur dienten — seine unbestechliche Wahrheitsliebe, sein unbeirrbarer Gerechtigkeitssinn —, dieselben herrlichen Züge des Gemüthes, welche die Fremde beglückten — der Adel seiner Gesinnung, seine werkwilige Herzensgüte, seine prunklose Wohlthätigkeit —, spiegelten sich auch in dem schlichten Alltagsverkehr mit den Menschen. Daher der unwiderstehliche Zauber, welchen Liebig, im weitesten wie im engsten Kreise, auf seine Umgebung ausgeübt hat.

Wohl kommen Demjenigen, welcher dieses reiche Leben an seinem Geiste vorüberziehen lässt, die schönen Worte in den Sinn, in denen Hamlet das Andenken seines Vaters feiert:

Er war ein Mann! Nehmt Alles Ihr in Allem,  
Ihr werdet nimmer seines Gleichen sehn!

Als dieser Mann aus dem Kreise der Lebenden schied, war sich Jeder bewusst, dass sich Liebig durch sein Vollbringen ein unvergängliches Denkmal selber gesetzt habe, —

aber es wäre doch seltsam gewesen, wenn die Zeitgenossen nicht das Verlangen empfunden hätten, das Bild des Dahingegangenen, wie sie es treu in dankbarem Herzen tragen, für die Nachwelt festzuhalten. Und dieses Verlangen kommt auch alsbald aller Orten zum Ausdrucke. Der Norden unseres Vaterlandes wetteifert mit dem Süden. In welcher Gestalt sich das Denkmal erheben soll, auf diese Frage hat wohl Jeder noch seine besondere Antwort, Alle indess einigen sich in dem Gedanken, dass es eine Ehrenpflicht der Zeitgenossen sei, ohne Verzug Hand an's Werk zu legen. Liebig's Schüler znmal sind einstimmig in dem Rufe: „Ueberlassen wir den Ruhm, dem Andenken des grossen Meisters den Zoll der Dankbarkeit bezahlt zu haben, nicht einem späteren Geschlechte! Wir, die wir ihm zu Füssen gesessen, wir, die wir an seiner Lippe gehangen, wir, die wir seine Hand in der unserigen gehalten haben, wir, denen unmittelbar die Segnungen seiner Arbeit zugutegekommen sind, wir, seine Schüler, seine Freunde, seine Zeitgenossen, wollen ihm das Standbild errichten!“

Zwar streiten sich zunächst zwei Städte um den Besitz des Denkmals. Die Schüler aus früheren Jahren denken an die liebe Universitätsstadt an den Ufern der Lahn, wo sie sich um den Meister geschaart hatten, und von welcher aus Liebig den Ruhm des deutschen Namens zu den entferntesten Völkern getragen hat; die Freunde aus späterer Zeit geben der Stätte den Vorzug, welche der Kunst- und Wissenschaftssinn der Wittelsbacher mit Tempelbauten geschmückt hat, wo sie den Mann in der Vollkraft der Jahre, mit freigebiger Hand den reichen Erwerb seines Lebens spendend, wandeln sahen. Jedoch nur einen Augenblick dauert der edle Wettstreit. Nicht ohne Wehmnth, jedoch in dem Bewusstsein, dass Zersplitterung der Kräfte das Gelingen des Werkes gefährden müsse, lassen die Schüler des Forschers aus der Giessener Zeit den Lieblingsgedanken eines Denkmals in der Lahnstadt zu Gunsten der Münchener Freunde fallen.

Indessen die gemeinsame Arbeit ist dafür auch eine gesegnete. Ueberall zündet der Gedanke. Die Ersten, welche thatkräftig für die Verwirklichung desselben eintreten, sind der König dieses Landes und der deutsche Kaiser. Aus allen Gauen Deutschlands fließen reiche Gaben; aber Liebig's Name klingt weit über die Marken unseres Vaterlandes hinaus: in allen Ländern Europa's und selbst im fernem Westen jenseits des atlantischen Oceans findet der Aufruf freudigen Widerhall. So kommt es, dass schon nach kurzer Frist die Mittel gegeben sind, das Werk zu beginnen, — ja mehr noch, der wohlberechtigte Wunsch der Schüler, auch an der Stelle, wo sie zuerst seiner Lehre lauschten, das Standbild des Meisters aufgerichtet zu sehen, kann gleichfalls wieder aufgenommen werden, und die mit der Leitung dieser Angelegenheit Betrauten dürfen sich die zwiefache Aufgabe stellen, die beiden Stätten seiner Wirksamkeit mit Denkmälern zu schmücken\*). Der eine Theil dieser Aufgabe ist heute in glücklichster Weise gelöst, und wohl mögen wir uns des hehren Kunstwerkes erfreuen, in welchem dieser herrlichen Stadt eine neue Zierde erstanden ist!

Leider ist die freudige Stimmung, in welche uns der Anblick der unvergleichlichen Statue versetzt, keine ungetrübte. Das Schicksal hat es dem edlen Künstler versagt, das Werk, dem er seine beste Kraft gewidmet hatte, im Glanze der Vollendung zu schauen. Der schöpferischen Hand, welche dies wunderbare Bild aus dem Marmor erweckte, ist der Meissel entsunken, aber der Name Michael Wagnmüller tönt auf unserer Lippe, lebt in unserem Herzen! Und glücklich dürfen

---

\*) Die Ausführung des Liebig-Denkmal's für Giessen ist der bewährten Hand Friedrich Schaper's anvertraut worden. Die von dem Künstler geschaffene Marmorstatue stellt den Meister in der Vollkraft der Jahre dar, wie er in Giessen wirkte. Das Piedestal schmücken zwei weibliche Figuren, die eine die Wissenschaft, die andere die Agricultur darstellend. Das schöne Kunstwerk, welches entfernt an Schaper's herrliches Goethe-Denkmal im Berliner Thiergarten erinnert, geht rasch der Vollendung entgegen und dürfte im nächsten Jahre (1889) zur Aufstellung gelangen.

wir auch den Todten noch preisen, welcher im Leben einen Fremd fand, dem er sein unvollendetes Werk als ein theures Vermächtniss hinterlassen konnte. Aus den Händen dieses Fremdes, des Bildhauers Wilhelm Rümman, empfangen wir heute das Denkmal, an dem unsere Blicke hangen. Aber wenn wir uns in dieser weihevollen Stunde dankerfüllt des geschiedenen Meisters erinnern, welcher uns diese herrliche Liebig-Statue geschaffen hat, so wollen wir nicht vergessen, dass wir Dank auch dem Lebenden schulden, der, selber Meister, gleichwohl mit der Liebe des Jüngers das Denkmal im Geiste seines Urhebers der Vollendung entgegengeführt hat.

Noch ist es mir eine willkommene Pflicht, in Dankbarkeit aller Derer zu gedenken, die sich, in welcher Weise immer, um die Aufstellung der Liebig-Statue verdient gemacht, und in erster Linie des Erzgiessers Ferdinand von Miller, aus dessen weltberühmten Werkstätten der prachtvolle Schmuck des Piedestals hervorgegangen ist, sowie insbesondere auch der Vorsteher dieser Stadt der Kunst und Wissenschaft, welche dem Denkmal die glückliche Stätte inmitten des neugeschaffenen Parkes erkoren haben. Diese Stadtbehörde bitte ich nunmehr, im Namen der Schüler und Freunde Liebig's, das Denkmal entgegenzunehmen.

Gestatten Sie mir, hochverehrter Herr Bürgermeister, der Sie, der Bevollmächtigten Einer, seit Jahren nicht müde geworden sind, das Werk durch Ihre persönliche Theilnahme und das Gewicht Ihrer Stellung zu fördern, gestatten Sie mir, Ihnen die Schenkungsurkunde zu überreichen. Durch diese Urkunde legen wir die Sorge für die Erhaltung des schönen Werkes vertrauensvoll in die Hände der Stadtbehörde. In ihrem Schutze sicher geborgen, möge das Denkmal, welches wir dem Gedächtnisse Liebig's weihen, dem Sturm der Jahrhunderte trotzen, kommenden Geschlechtern ein weithin sichtbarer Zeuge seines Ruhmes, unserer Dankbarkeit!

---

## SCHENKUNGS-URKUNDE.

---

An den Wohlloblichen Magistrat der Königlichen  
Haupt- und Residenz-Stadt München.

Die unterzeichneten Bevollmächtigten für die Aufstellung der Statue Liebig's an den beiden Stätten seiner Wirksamkeit sind eifrig bemüht gewesen, dem ihnen gewordenen Auftrage im Sinne ihrer Auftraggeber gerecht zu werden, und haben heute, am Tage der Enthüllung des für München geschaffenen Denkmals, die Ehre, den Vorstehern der kunstpflegenden Isarstadt im Namen der Schüler und Freunde des grossen Forschers das aus Wagnmüller's schöpferischem Geiste hervorgegangene Kunstwerk kraft dieser Schenkungs-Urkunde als unveräusserliches Eigenthum zu übergeben.

Indem die Bevollmächtigten die Sorge für die Erhaltung des herrlichen Werkes vertrauensvoll in die Hände des Magistrates von München legen, geben sie sich der frohen Hoffnung hin, dass unter seinem Schutze das Denkmal eine lange Reihe von Geschlechtern daran erinnern möge, wie Liebig ruhmvoll sein Leben der Wohlfahrt der Menschheit gewidmet hat, und wie sich seine Zeitgenossen des von ihm Vollbrachten in dankbarer Anerkennung bewusst gewesen sind.

Dieser Urkunde ist eine Schrift beigegeben, welche über die Einsetzung der Bevollmächtigten sowie über die Entstehung des Denkmals Nachricht giebt.

München, 6. August 1883.

Die Bevollmächtigten für die Errichtung der Denkmäler

LIEBIG'S

an den Stätten seiner Wirksamkeit, München und Giessen.

A. W. Hofmann,  
Vorsitzender.

J. Volhard,  
Schriftführer.

C. Scheibler,  
Schatzmeister.

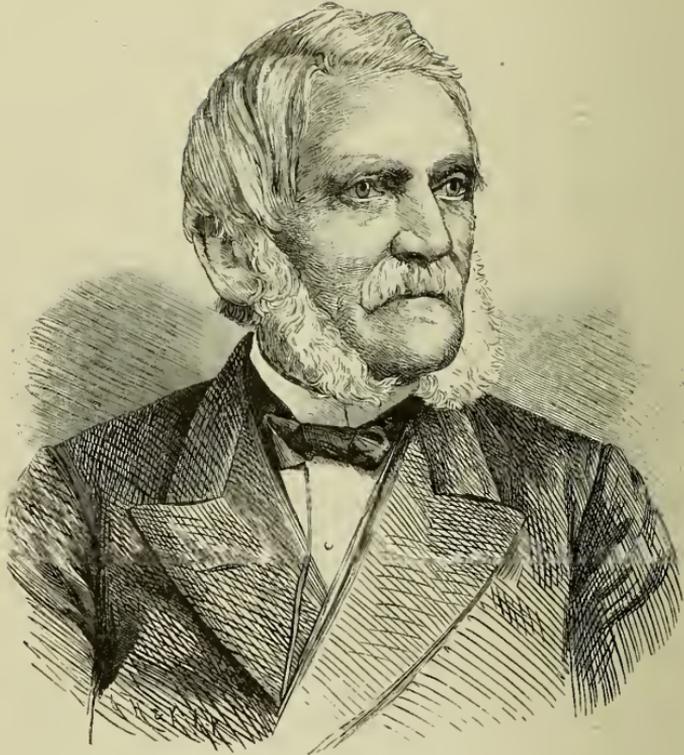
A. v. Erhardt.

H. v. Fehling.

A. Kekulé.

H. Will.





HERMANN VON FEHLING.

Geb. 9. Juni  
1812.

Gest. 1. Juli  
1885.

HERMANN VON FEHLING.

---

GEDÄCHTNISSWORTE

GESPROCHEN

IN DER SITZUNG DER  
DEUTSCHEN CHEMISCHEN GESELLSCHAFT  
AM 13. JULI 1885.

---

Aus „Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft“.  
XVIII, 1611. (1885)

## HERMANN VON FEHLING.

Die Nachricht, dass der Gesellschaft durch den am 1. Juli erfolgten Tod Hermann von Fehling's einer ihrer Vicepräsidenten entrissen worden ist, hat die Freunde des Dahingegangenen nicht ganz unvorbereitet getroffen. Seit Monaten wussten wir, dass seine Gesundheit ernstlich erschüttert war; aber wir lebten der Hoffnung, dass die kräftige Natur des Mannes, welche in früheren Jahren mehrfach bedenkliche Angriffe siegreich abgeschlagen hatte, auch diesmal der Krankheit Herr werden würde, und nur widerstrebend gewöhnen wir uns an den Gedanken, dass der bis in die letzte Zeit hinein mit wunderbarer Jugendfrische ausgestattet Gelebene nicht mehr unter den Lebenden wandelt.

Fehling war ein Mann von eigenartiger Naturanlage. Durch eine Reihe ausgezeichneter Arbeiten an der wissenschaftlichen Bewegung der Zeit betheiligt, hat er gleichwohl stets eine entschiedene Vorliebe für Aufgaben bekundet, welche allerdings mit Hilfe der Wissenschaft gelöst werden, deren Lösung aber nicht sowohl dem Fortschritte der Wissenschaft als vielmehr den Aeusserungen menschlicher Thätigkeit zugutekommen, welche auf der Anwendung der Wissenschaft begründet sind. Immer war es ihm eine besondere Freude, wenn er, *illustrans commoda vitae*, die Bestrebungen der öffentlichen Gesundheitspflege zu fördern vermochte, sei es durch Forschungen über Ernährung, sei es durch Arbeiten im Bereiche der Nahrungsmittelanalyse, oder wenn er als wissenschaftlicher Berather der

Industrie oder eines besonderen Industriezweiges eintreten konnte, sei es, um die wahre Natur chemischer Processe von öffentlichem Interesse klarzulegen, sei es, um durch Auf- findung einfacher und genauer Bestimmungsmethoden dem Handel und den Gewerben Vorschub zu leisten.

Am 9. Juni 1812 in Lübeck geboren, hatte sich Feh- ling zunächst der Pharmacie gewidmet. In der Mitte der dreissiger Jahre hatte er die Universität Heidelberg bezogen, um Naturwissenschaften zu studiren, namentlich aber, um unter Leopold Gmelin's Leitung praktisch zu arbeiten. Aus der Heidelberger Zeit stammt Fehling's inniges Verhält- niss zu Hermann Kopp, welches während eines Zeitraums von nahezu einem halben Jahrhundert nie auch nur die leiseste Trübung erfahren hat, und dessen Lösung durch den Tod den Ueberlebenden — ich weiss, dass ich in seinem Sinne spreche — heute mit inniger Trauer erfüllt.

Nachdem er in Heidelberg promovirt hatte, siedelte Feh- ling nach Giessen über, wo sich damals ein täglich wach- sender Schülerkreis um Liebig sammelte. Der Feuereifer, mit welchem der junge Doctor im Giessener Laboratorium arbeitete, steht mir noch heute lebhaft vor Augen. Morgens der Erste, Abends der Letzte auf dem Platze, hatte er durch sein Wissen, Wollen und Können bald die Aufmerksamkeit Liebig's auf sich gezogen, dem er nun mit jedem Tage näher trat. Wir Anfänger hegten vor dem Bevorzugten einen gewaltigen Respect, dem vielleicht ein Anflug von Eifersucht nicht fremd geblieben wäre, wenn wir nicht so oft Veranlas- sung gehabt hätten, uns den Rath und die Hülfe des Viel- erfahrenen zu erbitten, und wenn dieser Rath, diese Hülfe nicht stets mit so gewinnender Freundlichkeit gewährt worden wären. Aus diesen während der Lehrjahre in Giessen mit Liebig angeknüpften Beziehungen entfaltete sich später ein wahrer Freundschaftsbund, in welchem beide Männer stets einen der schönsten Gewinnste ihres Lebens erblickt haben.

Fehling's erste Arbeiten gehören begreiflich der Giesse-  
ner Periode an. Gelegentlich eines kleinen Aufsatzes, in  
welchem er die Angaben Edmund Davy's über die Isolirung  
der Knallsäure widerlegt, erscheint sein Name zum ersten  
Male (1838) in der Literatur. Sehr lebhaft erinnere ich mich  
der etwas später veröffentlichten Arbeit über zwei dem Alde-  
hyd isomere Verbindungen, an deren Freuden und Leiden  
das ganze Laboratorium Theil nahm. Es handelte sich um  
das Studium der Körper, die wir heute Metaldehyd und Par-  
aldehyd nennen; die Bildungsbedingungen dieser Substanzen  
waren damals noch in undurchdringliches Dunkel gehüllt, und  
wir feierten daher jedes Mal ein wahres Freudenfest, wenn sich  
die räthselhaften Krystalle über Nacht gebildet hatten. In diese  
Zeit fallen auch die Versuche über die Benzoëschwefelsäure  
oder, wie sie Fehling damals nannte, Benzoëinterschwefel-  
säure. Diese Untersuchung bestätigte die Zusammensetzung  
der von Mitscherlich aufgefundenen Säure und der primären  
Salze derselben, berichtigte aber die von dem Genannten für  
die secundären Salze aufgestellten Formeln, wodurch ein be-  
deutsamer Schritt für die Erkenntniß der wahren Natur der  
später so wichtig gewordenen Sulfosäuren gemacht war. Seine  
gleichzeitigen Bemühungen, die Constitution der Hippursäure  
anzuklären, führten zu keinem entscheidenden Ergebnisse. Die  
Zeit für ihre Enträthselung war noch nicht gekommen. Immer-  
hin war mit der Beobachtung, dass sich die Hippursäure unter  
dem Einflusse von Oxydationsmitteln in Benzamid verwandelt,  
die spätere Lösung der Frage angebahnt.

Schon bald nach Vollendung seiner Studien, welche mit  
einem kurzen Aufenthalte in Paris abschlossen, wurde Feh-  
ling (1839) auf besondere Empfehlung Liebig's als Pro-  
fessor der Chemie und Director des Laboratoriums an das  
Polytechnicum in Stuttgart berufen. An dieser Schule, welcher  
kurz darauf, zumal auf seine Veranlassung und unter seiner leb-  
haften Mitwirkung, eine umfassende Erweiterung und reichere

Gliederung bevorstand, hat der Dahingeschiedene während eines Zeitraums von mehr als vierzig Jahren eine Lehrthätigkeit geübt, wie sie umfassender und segensvoller nur Wenige seiner Zeitgenossen gefunden haben. Ein grosser Schülerkreis erinnert sich dankbar der Anregung zum chemischen Studium und zur chemischen Forschung, welche ihm unter Fehling's Anspicien geworden ist.

Die Neugestaltung des chemischen Unterrichts nach Uebernahme der Professur an dem Polytechnicum musste den jungen Gelehrten eine geraume Zeit ausschliesslich beschäftigen; sobald aber diese organisatorische Thätigkeit nicht mehr seine ganze Kraft in Anspruch nimmt, sehen wir auch die Lust an der Forschung von Neuem bei ihm erwachen. Zunächst sind es noch immer Studien auf dem Gebiete der reinen Wissenschaft, denen er sich widmet. Aus jener Zeit — der ersten Hälfte der vierziger Jahre — stammen seine Arbeiten über das Anemonin, über die Verbindungen der Palladiumhaloide mit Ammoniak, über das Harz des Copaïva-balsams und seine Untersuchung über die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Bernsteinsäure, welche sich an die analogen Versuche über die Benzoëschwefelsäure anschliesst und der etwas später veröffentlichten umfassenden Monographie der Bernsteinsäure und ihrer Verbindungen als Vorläuferin dient. Aus den mit gewissenhafter Sorgfalt und unermüdlicher Beharrlichkeit ausgeführten Analysen einer fast unabsehbaren Reihe von Salzen, Aethern, Amiden ergeben sich unzweifelhaft Formel und Moleculargrösse, welche heute für die Bernsteinsäure gelten, obwohl der Verfasser, noch frisch unter dem Eindrücke der bahnbrechenden Untersuchungen von Thomas Graham über die Phosphorsäure, geneigt ist, die Bernsteinsäure für eine dreibasische Säure zu halten.

In diese Zeit, 1844, fällt auch eine der schönsten Arbeiten Fehling's, die Entdeckung des Benzonnitrils, welches er durch Wasserabspaltung aus dem Ammoniumbenzoat gewinnt.

Hiermit war das Prototyp einer der interessantesten Klassen organischer Körper gegeben; der Name Nitril ist in der That von Fehling in die Wissenschaft eingeführt worden. Die Nitrile sind erst neuerdings noch Gegenstand so umfassender und eigenartiger Forschungen von verschiedenen Seiten gewesen, dass auf die Wichtigkeit der Entdeckung dieser Körpergruppe kann noch besonders hingewiesen zu werden braucht. Aber es verdient doch erwähnt zu werden, wie klar sich Fehling der Allgemeinheit der von ihm so glücklich illustrierten Reaction bewusst war. Dem nicht nur gedenkt er bei dieser Gelegenheit der von Pelonze erkannten Umwandlung des Ammoniumformats in Blausäure, sondern er bringt auch Döbereiner's halbvergessenen Versuch der Cyanbildung aus oxalsaurem Ammonium wieder in wohlverdiente Erinnerung. Auch das Acetonitril wird bereits am Horizonte sichtbar, allein anderweitige Arbeiten verhindern den Entdecker, tiefer in das neuerschlossene Gebiet einzudringen.

Gegen die Mitte des Jahrhunderts hin hat sich Fehling's Arbeitsgebiet bereits wesentlich verschoben. Rein wissenschaftliche Untersuchungen treten mehr und mehr zurück. Viele der von jetzt ab veröffentlichten Arbeiten tragen schon eine Art amtlichen Charakters, nicht wenige derselben sind in der That im Interesse der verschiedenen Nebenstellungen ausgeführt worden, mit welchen der unermüdelich Thätige nachgerade betraut worden war. Der Professor am Polytechnicum ist auch noch Mitglied des Medicinal-Collegiums, der Patent-Behörde, der Centralstelle für Gewerbe und Handel und der Pharmaceutischen Prüfungskommission geworden; endlich hat er überdies sogar die Leitung eines von der Regierung eingerichteten Laboratoriums für gewerbliche Untersuchungen übernommen, aus welchem eine Unzahl von Analysen hervorgegangen ist. Dass Fehling bei solcher Ueberbürdung überhaupt noch an experimentale Forschung

denken konnte, zeugt von der unverwüsthchen Arbeitskraft des Mannes. Jedenfalls darf es uns aber nicht Wunder nehmen, dass bei fast allen aus dieser Periode stammenden Untersuchungen der technische Hintergrund nicht zu verkennen ist. Hierher gehören zahlreiche Analysen fast sämtlicher Producte der württembergischen Salzindustrie, des Steinsalzes von Friedrichshall, verschiedener Soolensalze, ihrer Mutterlängen, Pfannensteine u. s. w. Von allgemeinem Interesse ist die bei dieser Gelegenheit endgültig festgestellte Thatsache der grösseren Löslichkeit des Kochsalzes in heissem als in kaltem Wasser sowie die Beobachtung, dass auf Zusatz von Silbernitrat zu einer Mischung von Chloriden und Bromiden das Brom stets vor dem Chlor gefällt wird, eine Beobachtung, auf welcher die später bei der Untersuchung der organischen Basen so wichtig gewordene Ueberführung der Bromide in Chloride durch Behandlung mit Silberchlorid beruht. An die Untersuchung der württembergischen Salinenproducte reihen sich die Analysen einer grossen Anzahl württembergischer Mineralwasser, unter denen diejenigen der Mineralwasser von Berg und Jehenhausen sowie der Thermalquellen von Wildbad, Liebenzell und Teinach besonders genannt zu werden verdienen. Dass Fehling den Brunnenwassern von Stuttgart unausgesetzte Aufmerksamkeit geschenkt hat, versteht sich von selbst.

Fehling widmete sich mit entschiedener Vorliebe der Ausbildung genauer analytischer Methoden für technische Zwecke. Zahlreiche Wasseranalysen hatten ihm Veranlassung gegeben, das schöne Verfahren, die Härte des Wassers mit Hülfe einer titrirten Seiflösung zu bestimmen, welches von Professor Thomas Clark in Aberdeen vorgeschlagen worden ist, einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen. Folge dieser Prüfung war, dass sich das elegante Clark'sche Härtebestimmungsverfahren, welches in England bereits allgemeine Annahme gefuuden hatte, auch in Deutschland schnell ein-

bürgerte. Erwähnung verdienen ferner seine Versuche über eine colorimetrische Brombestimmung, über Prüfung der fetten Oele mittelst Schwefelsäure, über die Bestimmung der Gerbsäure mittelst einer titrirten Lösung von Knochenleim. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist seine Arbeit über die Bestimmung des Zuckers, ein Thema, auf welches er mehrfach zurückgekommen ist. Die von ihm in Vorschlag gebrachte, aus Kupfersulfat, Kaliumtartrat und Natronlauge in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzte Flüssigkeit hat in allen Laboratorien Eingang gefunden und wird in dankbarer Erinnerung an den Forscher, aus dessen Händen wir sie empfangen haben, für alle Zeiten den Namen Fehling'sche Lösung führen.

Von den übrigen Untersuchungen verdienen hier die Analyse der Schiessbaumwolle (schon bald nach ihrer Entdeckung), die Bestimmungen des Wassergehaltes im Brod, seine Studien über die Einwirkung der Schwefelsäure auf die Holzfaser, über das Fuselöl der Runkelrübenmelasse, in welchem er Capryl- und Caprinsäure fand, endlich seine umfassenden Untersuchungen des Cocosnussöls, welche die Gegenwart erheblicher Mengen von Capron- und Caprylsäure ergaben, genannt zu werden.

Wahrhaft bewundernswerth erscheint es, dass der mit Hingebung seines Lehramts Waltende, unter dem fortwährenden Drucke mannichfaltiger amtlicher Obliegenheiten und inmitten einer vielseitigen experimentalen Thätigkeit, noch die nöthige Spannkraft für literarische Arbeiten besass. Wir verdanken ihm eine treffliche deutsche Ausgabe von Payen's *Chimie industrielle*. Ebenso ist er an den späteren Auflagen des aus Graham's *Elements of Chemistry* hervorgegangenen Graham-Otto'schen „Lehrbuches der Chemie“ auf's Eifrigste betheiligt gewesen. Schon frühzeitig Mitarbeiter an der ersten Ausgabe des „Handwörterbuchs der Chemie“ von Liebig, Poggendorff und Wöhler, welches er als Redacteur der letzten Bände zum Abschluss brachte, unternahm er einige

Jahre nach Beendigung derselben, in Verbindung mit Freunden und Fachgenossen, die Herausgabe eines auf das alte begründeten neuen Handwörterbuchs. An diesem Buche hat er bis zu seinem Tode mit eiserner Beharrlichkeit gearbeitet. Leider ist es ihm nicht vergönnt gewesen, das monumentale Werk im Glanze der Vollendung zu schauen. Aber Freunde und Schüler haben es als ein theures Vermächtniss übernommen und werden ihre Ehre daran setzen, das klassische Werk im Geiste und zum Ruhme seines Begründers zu Ende zu führen.

Einem so wohlausgefüllten Leben hat begreiflich auch die äussere Anerkennung nicht gefehlt. Akademien und gelehrte Gesellschaften hatten es sich angelegen sein lassen, Fehling auszuzeichnen. In dem engeren Vaterlande zunal, welches er adoptirt hatte, nahm Fehling eine in jeder Beziehung hervorragende Stellung ein. Dort war ihm in dankbarer Würdigung seiner Verdienste schon frühzeitig der persönliche Adel beigelegt worden. In Fragen, deren Lösung die Bundesgenossenschaft der Chemie in Anspruch nahm, galt seine Autorität als unbestritten. Bei allen Missionen, in denen solche Fragen auf der Tagesordnung standen, begegnen wir Fehling als württembergischem Vertreter. In gleicher Eigenschaft erschien er auf allen Weltausstellungen; ohne Fehling wäre die chemische Jury unvollständig gewesen. Seit Jahren war er Mitglied der Commission für die Bearbeitung einer jeden neuen Auflage der *Pharmacopœa Germanica*. In dieser Eigenschaft pflegte er mehrfach kürzeren oder längeren Aufenthalt in Berlin zu nehmen, und bei einer solchen Gelegenheit, erst vor wenigen Jahren noch, waren wir so glücklich, ihm im Kreise unserer Gesellschaft zu begrüßen.

Der vorwaltende Zug in dem Charakter des Dahingegangenen war eine unentwegte Treue in der Erfüllung eingegangener Verpflichtungen. Fehling war der Wenigen

Einer, die mehr halten, als sie versprechen. Daher aber auch ein langes, sorgfältiges Abwägen, ehe eine neue Verbindlichkeit übernommen wurde. Erst jüngst noch hat dieser eigenthümliche Charakterzug unserem Vereine gegenüber rührenden Ausdruck gefunden. In der letzten Generalversammlung war bei der Wahl eines Vicepräsidenten Fehling's Name aus der Urne hervorgegangen. Als ihm das Secretariat von dem Wahlergebnisse Mittheilung machte, erfolgte ungehend Ablehnung der Ehre; der Zustand seiner Gesundheit, schrieb er, gestatte ihm nicht, eine den Interessen der Gesellschaft erspriessliche Wirksamkeit zu üben, und erst, nachdem wir ihm versichert hatten, dass das ihm angetragene Ehrenamt keinerlei geschäftliche Anforderung mit sich bringen solle, liess er sich bewegen, unseren Wünschen gerecht zu werden.

Und diese Pflichttreue, welche dem geschäftlichen Verkehre mit Fehling eine so wohlthuende Sicherheit lieh, wurde, wenn sich engere Beziehungen zwischen ihm und Anderen gestaltet hatten, zur Quelle dauernder und hingebender Freundschaft. Wohl musste, Wer sich seiner Freundschaft rühmen durfte, darauf gefasst sein, dass ihm gelegentlich mit einer Gradheit, die an Rücksichtslosigkeit streifte, der Spiegel vorgehalten wurde; aber Jeder wusste, dass der aufrichtige Mann gegen Keinen grössere Strenge übte als gegen sich selber, und dass solche freimüthige Kundgebungen, weit davon entfernt, Ausdruck irgendwelcher Anmaassung zu sein, lediglich der Ueberzeugung entsprangen, dass mit der nackten Wahrheit dem Freunde am besten gedient sei.

Der Verlust eines solchen Mannes wird von Schülern und Fremden, wird von den Pflegern der Wissenschaft noch lange Zeit auf das Schmerzlichste empfunden werden. Von Fehling gelten die Worte des römischen Dichters:

*Multis ille bonis flebilis occidit!*

7-10

+

7-10  
10



✓



